

Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe



Ressources naturelles Canada
Natural Resources Canada

Canada

Relevez le Défi d'une tonne, un effort national pour agir contre les changements climatiques.

En améliorant l'efficacité énergétique, nous réduisons les émissions de gaz à effet de serre (GES) qui contribuent aux changements climatiques.

En utilisant l'énergie judicieusement et en faisant de bons choix de consommateur, vous pouvez réduire d'une tonne, ou d'environ 20 p. 100, les émissions de GES que vous produisez. Comme la plupart des Canadiens, vous prenez probablement déjà des mesures pour conserver les ressources et protéger l'environnement. Aujourd'hui, le Défi d'une tonne vous invite à en faire un peu plus.



Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

Publié par
l'Office de l'efficacité énergétique
de Ressources naturelles Canada
ÉnerGuide

La série sur le chauffage et le refroidissement est publiée par l'équipe ÉnerGuide de l'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada. ÉnerGuide est la marque officielle du gouvernement du Canada associée à l'étiquetage et à la cote de consommation d'énergie ou d'efficacité énergétique des électroménagers, des appareils de chauffage et de ventilation, des climatiseurs, des maisons et des véhicules.

ÉnerGuide aide également les fabricants et les vendeurs à faire connaître les appareils éconergétiques, tout en donnant aux consommateurs l'information dont ils ont besoin pour choisir des appareils éconergétiques pour la maison.

Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe

Éd. rév.

Données de catalogage avant publication (Canada)

La Bibliothèque nationale du Canada a catalogué la présente publication comme suit :
Le chauffage et le refroidissement à l'aide d'une thermopompe
(Série sur le chauffage et le refroidissement résidentiels)

ISBN 0-662-77555-4
N° de cat. M144-51/2004F

1. Thermopompes
2. Habitations – Chauffage et ventilation
3. Habitations – Économie d'énergie
II. Canada. Ressources naturelles Canada

TH7638.H52 1994 697 C94-980265-4F

Révisé en décembre 2004
This publication is also available in English under the title:
Heating and Cooling With a Heat Pump

Pour obtenir des exemplaires supplémentaires de la présente publication, veuillez écrire à :
Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
a/s S.N.S.J.
1770, chemin Pink
Gatineau (Québec) J9J 3N7
Télécopieur : (819) 779-2833
Téléphone : 1 800 387-2000 (sans frais)
Dans la région de la capitale nationale, composez le (613) 995-2943
ATME : (613) 996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)

On peut aussi consulter ou commander en ligne plusieurs publications de l'Office de l'efficacité énergétique. Visitez la bibliothèque virtuelle des Publications Éconergie à l'adresse **oee.rncan.gc.ca/infosource**.
Le site Web de l'Office de l'efficacité énergétique se trouve à l'adresse **oee.rncan.gc.ca**.


Imprimé sur papier recyclé



Table de matières

Introduction

Si vous examinez les diverses installations de chauffage et de refroidissement pour votre maison neuve ou si vous cherchez à réduire votre facture énergétique, il est possible que vous songiez à faire l'acquisition d'une thermopompe. Cet appareil peut régulariser la température de votre maison pendant toute l'année, car il est une source de chaleur en hiver et de refroidissement en été. Certains types de thermopompes peuvent également fournir de l'eau chaude de consommation.

En règle générale, l'utilisation d'une thermopompe seule ne peut répondre de façon économique à tous vos besoins en chauffage. Toutefois, utilisée de pair avec un autre appareil de chauffage, par exemple au mazout, au gaz ou à l'électricité, une thermopompe peut chauffer votre demeure en hiver et la refroidir en été de façon fiable et économique. Si votre maison est déjà équipée d'un système de chauffage au mazout ou à l'électricité, l'acquisition d'une thermopompe peut réduire efficacement vos frais d'énergie.

Cependant, avant de procéder à l'achat d'une thermopompe, il importe d'en examiner tous les avantages et les coûts. Bien que les thermopompes consomment moins de combustible que les systèmes de chauffage et de refroidissement classiques, elles sont plus chères à l'achat. Il est donc important de bien comparer les économies de combustible que vous prévoyez et le coût initial de l'appareil. En outre, les thermopompes sont plus économiques si elles sont utilisées toute l'année; en conséquence, il serait plus profitable d'investir dans une thermopompe si vous désirez refroidir votre maison l'été et la chauffer en hiver.

À ces considérations financières s'ajoutent d'autres facteurs. Combien faut-il d'espace pour installer l'appareil? Votre alimentation en énergie risque-t-elle d'être interrompue à l'occasion? Dans l'affirmative, cela se produira-t-il souvent? Devrez-vous faire installer un nouveau réseau de conduites ou modifier celui en place? Le système devra-t-il être entretenu fréquemment, et combien vous en coûtera-t-il?

Pour faire un choix éclairé, il importe que vous connaissiez à fond tous les aspects du chauffage et du refroidissement des habitations avant de prendre une décision définitive. La présente brochure décrit les types les plus courants de thermopompes et expose les facteurs qui se rattachent au choix, à l'installation, à l'utilisation et à l'entretien de ces appareils. Vous y trouverez aussi une brève comparaison du coût de fonctionnement de différents types de thermopompes et de systèmes de chauffage classiques électriques.

Gestion de l'énergie à la maison

Les thermopompes sont des appareils de chauffage et de refroidissement très efficaces qui peuvent réduire considérablement votre facture énergétique. Cependant, il serait peu judicieux d'investir dans un appareil de chauffage efficace si votre maison perd de la chaleur en raison d'une mauvaise isolation des murs, des plafonds, des fenêtres et des portes ou parce que des ouvertures ou des fissures laissent passer de l'air.

Il est souvent préférable de réduire les fuites d'air et d'isoler davantage la maison avant d'acheter un nouveau système de chauffage ou d'améliorer l'équipement en place. Ressources naturelles Canada offre aux consommateurs des publications à ce sujet (voir page 61).

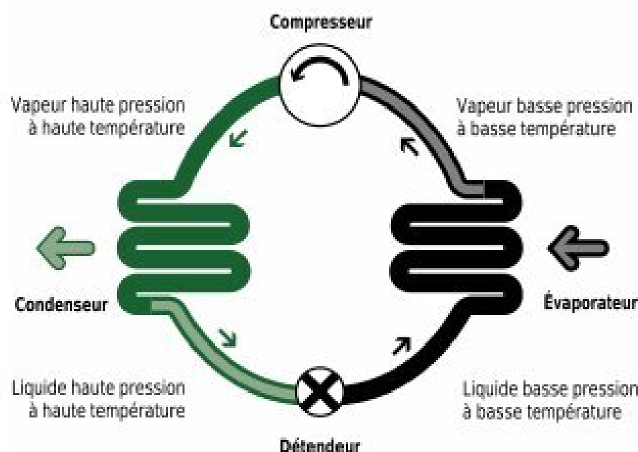
Refroidir sa maison l'été peut être coûteux

Les thermopompes chauffent la maison en hiver et la refroidissent durant l'été. Pour fonctionner, ces appareils requièrent de l'électricité. Si vous ajoutez une thermopompe à votre système de chauffage, ou si vous remplacez par une thermopompe un système qui est alimenté par un autre combustible et que ce système n'est pas muni d'un appareil de climatisation centrale, vous constaterez sans doute une hausse de vos frais d'électricité.

La thermopompe : de quoi s'agit-il et comment fonctionne-t-elle?

Une thermopompe est un appareil électrique capable de transférer la chaleur d'un endroit à un autre. Il ne s'agit pas là d'une technique nouvelle, car les thermopompes sont utilisées depuis des décennies au Canada et ailleurs dans le monde. Les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux exemples bien connus de cette technologie.

Figure 1 : Cycle de base de la thermopompe



Les thermopompes déplacent la chaleur par l'évaporation et la condensation d'un fluide frigorigène (figure 1) qu'un compresseur fait circuler entre deux serpentins. Le frigorigène est évaporé à basse pression dans l'un des serpentins, ce qui lui permet d'absorber la chaleur contenue dans l'air ambiant. Il est ensuite pompé jusqu'à l'autre serpentin, où il se condense à haute pression et libère la chaleur absorbée au début du cycle.

Les réfrigérateurs et les climatiseurs sont deux exemples de thermopompes qui ne fonctionnent qu'en mode refroidissement. Un réfrigérateur est essentiellement un boîtier isolé auquel on a raccordé une thermopompe.

L'évaporateur est situé à l'intérieur du boîtier, habituellement dans le congélateur. La chaleur est absorbée à cet endroit et transférée à l'extérieur, le plus souvent derrière ou sous l'appareil, où est situé le condenseur. Les climatiseurs fonctionnent selon le même principe : ils transportent vers l'extérieur la chaleur qui se trouve à l'intérieur de la maison.

Il est possible d'inverser complètement le cycle d'une thermopompe, de sorte qu'elle puisse régulariser la température de votre maison pendant toute l'année – en la chauffant l'hiver, et en la refroidissant et en la déshumidifiant l'été. Comme le sol et l'air extérieur renferment toujours une certaine quantité de chaleur, la thermopompe peut servir à chauffer la maison même par temps froid. En fait, à –18 °C, l'air contient environ 85 p. 100 de la chaleur qu'il renferme à 21 °C.

Les thermopompes à air extraient la chaleur contenue dans l'air extérieur pendant l'hiver et évacuent la chaleur de la maison à l'extérieur l'été. Ce sont celles que l'on retrouve le plus souvent dans les foyers canadiens à l'heure actuelle. Cependant, des appareils qui puisent la chaleur dans le sol ou dans les eaux souterraines sont de plus en plus courants, surtout en Colombie-Britannique, dans les Prairies et le centre du Canada : il s'agit des thermopompes terre-air ou eau-air, aussi appelées pompes géothermiques.

Pour bien comprendre les thermopompes

Voici quelques termes que vous rencontrerez fréquemment au cours de vos recherches sur les thermopompes.

Éléments de la thermopompe

Le **frigorigène** est une substance liquide ou gazeuse qui circule dans la pompe afin d'absorber, de transporter et de libérer la chaleur.

Le **robinet inverseur** détermine le sens de l'écoulement du frigorigène à l'intérieur de la thermopompe et change le mode de la thermopompe du chauffage au refroidissement ou vice versa.

Un **serpentin** est un tube ou un ensemble de tubes montés en boucle où s'effectue le transfert de chaleur. Il est parfois muni d'ailettes qui augmentent la surface servant à l'échange de chaleur.

L'**évaporateur** est un serpentin dans lequel le frigorigène puise la chaleur environnante. Lorsque le frigorigène atteint le point d'ébullition, il se transforme en vapeur à basse température. À son passage du robinet inverseur au compresseur, l'accumulateur retient tout le liquide qui ne s'est pas transformé en gaz. Il est à noter que les thermopompes ne sont pas toutes munies d'un accumulateur.

Le **compresseur** comprime les molécules du gaz frigorigène, ce qui a pour effet d'en augmenter la température.

Le **condenseur** est un serpentin dans lequel le frigorigène libère de la chaleur et se liquéfie.

Le **détendeur** abaisse la pression créée par le compresseur, ce qui provoque une baisse de température. Le frigorigène devient un mélange à basse température de vapeur et de liquide.

La **chambre de distribution** est un caisson qui fait partie intégrante de l'installation et sert à distribuer dans la maison l'air réchauffé ou refroidi. C'est habituellement une grande boîte placée juste au-dessus ou à côté de l'échangeur de chaleur.

AUTRE TERMES

Un **Btu/h** (de l'anglais *British thermal unit per hour*) est l'unité servant à mesurer le rendement calorifique des systèmes de chauffage. Un Btu correspond à la quantité de chaleur que dégage une chandelle du genre de celles qui servent à décorer les gâteaux d'anniversaire. Si cette quantité d'énergie était libérée en une heure, elle équivaudrait à un Btu/h.

Les **degrés-jours de chauffage** servent à mesurer la rigueur de la température. On obtient un degré-jour chaque fois que la température moyenne d'une journée est inférieure d'un degré à la température de référence, soit 18 °C. Par exemple, lorsque la température moyenne au cours d'une journée est de 12 °C, la valeur attribuée à cette journée est de 6 degrés-jours. Pour calculer le total annuel, on fait la somme des totaux quotidiens.

Un **kilowatt (kW)** correspond à 1 000 watts, soit la quantité d'énergie qu'exigent dix ampoules de 100 watts chacune.

La **tonne** est l'unité de mesure de la puissance d'une thermopompe. Elle équivaut à 3,5 kW ou à 12 000 Btu/h.

Le **coefficient de performance (CP)** sert à mesurer l'efficacité des thermopompes. Pour le calculer, on divise la quantité de chaleur que la pompe transmet par la quantité d'électricité qu'elle consomme à une température donnée. Plus le CP est élevé, plus la thermopompe est efficace. Cette valeur est comparable au rendement en régime permanent des systèmes de chauffage au mazout et au gaz.

On obtient le **coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC)** en divisant la quantité totale de chaleur (en Btu) produite par une thermopompe durant toute une saison de chauffage par la quantité totale d'énergie (en wattheures) consommée durant la même période. Cette valeur est semblable au rendement saisonnier des systèmes de chauffage à combustible et comprend l'énergie utilisée pour le chauffage supplémentaire. Pour déterminer la saison de chauffage dans le calcul du CPSC, on se sert de données météorologiques représentatives des conditions climatiques à long terme.

Le **rendement énergétique (RE)** mesure la puissance frigorifique d'une thermopompe en régime permanent. On le calcule en divisant cette puissance (en Btu/h) par la quantité

d'électricité consommée (en watts) à une température donnée. Plus le RE est élevé, plus l'appareil est efficace.

Le **rendement énergétique saisonnier (RES)** mesure la puissance frigorifique d'une thermopompe durant toute une saison de refroidissement. Pour le calculer, on divise la capacité totale de refroidissement fournie pendant la saison (en Btu) par la quantité d'énergie consommée par la thermopompe (en wattheures) durant cette période. Le RES est calculé d'après une température estivale moyenne de 28 °C.

Le **point d'équilibre** est la température à laquelle la quantité de chaleur fournie par une thermopompe équivaut aux pertes de chaleur de la maison. C'est le point auquel la thermopompe répond à tous les besoins de chauffage de la maison. Sous ce point, il faut de la chaleur supplémentaire d'une autre source.

Le **point d'équilibre économique** est la température à laquelle le coût de l'énergie calorifique fournie par une thermopompe équivaut au coût de la chaleur produite par un système de chauffage supplémentaire. Sous ce point, il n'est pas rentable d'installer une thermopompe.

Homologation et normes

L'Association canadienne de normalisation (CSA) procède à des essais afin de vérifier la sécurité des systèmes électriques de toutes les thermopompes. Une norme de rendement prescrit les tests à effectuer afin de déterminer la puissance calorifique, la puissance frigorifique et le rendement des thermopompes, de même que les conditions dans lesquelles ces tests doivent être exécutés. Les essais de performance des thermopompes à air sont régis par les normes CSA C273.3 et C656. La CSA a également publié une norme visant l'installation des thermopompes à air d'appoint (CSA C273.5-1980).

L'industrie a publié, en collaboration avec la CSA, des normes qui permettent de déterminer le rendement des pompes géothermiques et de vérifier si elles sont conçues

et installées adéquatement. Il s'agit respectivement des normes CSA C13256-1-01 et C448 Série-F02. Des normes prévoyant des niveaux minimums d'efficacité énergétique pour les thermopompes à air et les pompes géothermiques sont en place dans certaines provinces et sont stipulées dans le *Règlement sur l'efficacité énergétique* du Canada.

Terminologie associée au rendement

On utilise des termes différents pour exprimer le rendement des divers types de thermopompes. Par exemple, les thermopompes à air se voient attribuer des coefficients saisonniers de chauffage et de refroidissement. Le coefficient de chauffage correspond au CPSC et celui de refroidissement, au RES (voir les définitions qui précèdent). Cependant, dans leurs catalogues, certains fabricants indiquent encore le CP et le RE des appareils. Ces coefficients sont obtenus en régime permanent à des conditions de température données, et ils ne sont pas les mêmes que le CPSC ou le RES.

Pour les systèmes géothermiques, on calcule uniquement le CP et le RE. Cette fois encore, ces coefficients sont mesurés à une température donnée et ne peuvent être utilisés directement pour exprimer le rendement annuel des appareils. Dans la section intitulée « Principaux avantages des pompes géothermiques » (voir la page 42), on se sert du CP pour estimer le CPSC dans diverses régions du Canada. Habituellement, les CPSC ne servent pas à exprimer le rendement des pompes géothermiques; si on y a eu recours dans le présent document, c'est pour pouvoir établir une comparaison avec les thermopompes à air.

THERMOPOMPES À AIR

Les thermopompes à air extraient la chaleur contenue dans l'air extérieur durant la saison de chauffage et évacuent la chaleur de la maison pendant l'été.

Il existe deux types de thermopompes à air. Le plus répandu est la thermopompe air-air, qui puise la chaleur

contenue dans l'air pour la transférer, selon la saison, à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison.

Le second type est la thermopompe air-eau, qui convient aux maisons équipées d'un système de chauffage à eau chaude. Durant la période de chauffage, la thermopompe extrait la chaleur contenue dans l'air extérieur et la fait passer dans l'eau du système de chauffage. Si le système est conçu pour le refroidissement durant l'été, le processus est alors inversé : la pompe extrait la chaleur de l'eau circulant dans le réseau de distribution de la maison et pompe celle-ci à l'extérieur afin de refroidir l'intérieur. Comme ces systèmes sont peu répandus et que nombre d'entre eux ne sont pas équipés pour le refroidissement, l'exposé qui suit se concentre sur les installations air-air.

Dernièrement, des mini-thermopompes bibloc sans conduites ont fait leur entrée sur le marché canadien. Ces appareils conviennent parfaitement lorsqu'on décide d'améliorer le rendement énergétique d'une maison déjà munie d'un système de chauffage à eau chaude ou de plinthes électriques. Ce sont des unités murales alimentées à l'air libre qui peuvent être installées dans des pièces séparées de la maison. Il est possible de raccorder jusqu'à huit unités intérieures distinctes à un appareil placé à l'extérieur.

Une thermopompe à air peut être d'appoint, entièrement électrique ou bivalente. Les thermopompes d'appoint sont conçues pour être utilisées avec une source de chauffage supplémentaire, par exemple un système électrique, au mazout ou au gaz. Les thermopompes à air entièrement électriques comportent leur propre installation de chauffage supplémentaire sous la forme d'un système à résistances électriques. Quant aux thermopompes bivalentes, elles constituent un type spécial mis au point au Canada; elles comprennent un brûleur au gaz ou au propane qui augmente la température de l'air qui entre dans le serpentin extérieur. En conséquence, elles peuvent fonctionner à des températures extérieures plus basses.

Les thermopompes à air ont également été utilisées dans certains systèmes de ventilation résidentiels pour récupérer la chaleur contenue dans l'air vicié expulsé à l'extérieur, puis la transférer à l'air frais pompé vers l'intérieur ou à l'eau chaude de consommation.

Fonctionnement de la thermopompe à air

Les thermopompes à air ont trois cycles : le cycle de chauffage, le cycle de refroidissement et le cycle de dégivrage.

Le cycle de chauffage

Au cours du cycle de chauffage, la chaleur est captée de l'air extérieur et pompée à l'intérieur de la maison.

- Dans un premier temps, le frigorigène liquide traverse le détendeur et se transforme en un mélange basse pression de liquide et de vapeur. Il s'écoule ensuite vers le serpentin extérieur, qui fait fonction d'évaporateur. C'est là qu'il absorbe la chaleur de l'air extérieur et atteint le point d'ébullition, ce qui le fait se transformer en vapeur à basse température.

- Cette vapeur traverse le robinet inverseur jusqu'à l'accumulateur, qui recueille tout le liquide qui reste avant que la vapeur passe au compresseur. La vapeur est ensuite comprimée, ce qui a pour effet d'en réduire le volume et d'en augmenter la température.

- Enfin, le robinet inverseur achemine le gaz ainsi chauffé vers le serpentin intérieur, qui est le condenseur. La chaleur contenue dans le gaz chaud est libérée dans l'air intérieur, et le frigorigène se liquéfie sous l'effet de la condensation. Ce liquide retourne vers le détendeur, et le cycle recommence. Le serpentin intérieur est situé dans les conduites, près du système de chauffage.

C'est la température de l'air extérieur qui détermine la capacité de la thermopompe de transférer la chaleur dans la maison. Toute baisse de température réduit la capacité de la thermopompe d'absorber la chaleur.

Au point d'équilibre, la puissance de la thermopompe correspond aux pertes de chaleur de la maison. Sous cette température, la thermopompe ne comble que partiellement les besoins de chaleur servant à maintenir une température confortable dans les aires de séjour; il faut donc utiliser alors un chauffage d'appoint.

Lorsque la thermopompe fonctionne en mode chauffage sans apport supplémentaire de chaleur, l'air qui s'en dégage est plus frais que l'air chauffé par un appareil de chauffage conventionnel. L'air que ces appareils distribuent dans les aires de séjour oscille normalement entre 55 °C et 60 °C, tandis que les thermopompes produisent une plus grande quantité d'air variant de 25 °C à 45 °C et fonctionnent habituellement pendant de plus longues périodes.

Le cycle de refroidissement

Le cycle décrit ci-dessus est inversé durant l'été afin de refroidir la maison. L'appareil puise la chaleur dans l'air de la maison et la rejette à l'extérieur.

- Tout comme pendant le cycle de chauffage, le frigorigène liquide traverse le détendeur et se transforme en un mélange basse pression de liquide et de vapeur. Il se dirige ensuite vers le serpentin intérieur, qui sert d'évaporateur. Absorbant la chaleur de l'air intérieur, il atteint le point d'ébullition et se transforme en vapeur à basse température.

- Cette vapeur traverse le robinet inverseur jusqu'à l'accumulateur, lequel recueille tout le liquide restant, puis se dirige vers le compresseur. Celui-ci comprime la vapeur, ce qui en réduit le volume et en augmente la température.

- Enfin, le gaz ainsi chauffé traverse le robinet inverseur vers le serpentin extérieur, qui fait fonction le condenseur. La chaleur contenue dans le gaz chaud est libérée dans l'air extérieur, et le frigorigène se liquéfie sous l'effet de la condensation. Le liquide retourne au détendeur, et le cycle recommence.

Au cours du cycle de refroidissement, la thermopompe déshumidifie également l'air intérieur. L'humidité contenue dans l'air circulant à la surface du serpentin intérieur se condense sur les parois du serpentin et tombe dans une cuve collectrice située sous le serpentin. Un tuyau d'évacuation du condensat relie la cuve au drain de la maison.

Le cycle de dégivrage

Si la température extérieure s'approche du point de congélation ou descend sous ce point pendant que la thermopompe fonctionne en mode chauffage, l'humidité de l'air circulant à la surface du serpentin extérieur se condense, et le serpentin givre. L'accumulation de givre dépend de la température extérieure et du degré d'humidité de l'air.

La présence d'une couche de givre diminue l'efficacité du serpentin, car elle réduit sa capacité de transférer la chaleur au frigorigène. Il faut donc, à un moment ou à un autre, faire disparaître le givre. À cette fin, la thermopompe passe au mode dégivrage.

- D'abord, le robinet inverseur règle l'appareil en mode refroidissement. Cela propulse du gaz chaud vers le serpentin extérieur pour faire fondre le givre. Simultanément, le ventilateur extérieur (qui souffle habituellement l'air froid sur le serpentin) se ferme afin de réduire la quantité de chaleur requise pour faire fondre le givre.

- Pendant ce temps, la thermopompe libère de l'air frais dans les conduits. En règle générale, le système de chauffage réchauffe l'air à mesure qu'il est distribué dans la maison.

Il y a deux façons de déterminer le moment où l'appareil passe au mode dégivrage. Dans le premier cas, des commandes de dégivrage sur demande contrôlent la circulation de l'air, la pression du frigorigène, la température de l'air ou des serpentins ou les écarts de pression dans le serpentin extérieur afin de détecter la présence de givre sur celui-ci.

Dans le second cas, une commande de dégivrage à sonde et minuterie est actionnée et interrompue par une minuterie ou par une sonde de température située sur le serpentin extérieur. Le cycle peut se déclencher à intervalles de 30, 60 ou 90 minutes, selon les conditions atmosphériques et la conception de l'installation.

Le déclenchement intempestif du cycle de dégivrage réduit le rendement saisonnier de la thermopompe. En règle générale, il est donc plus efficace de recourir au dégivrage sur demande, étant donné que le cycle de dégivrage n'est déclenché qu'au besoin.

Figure 2a : Éléments de la thermopompe à air (cycle de chauffage)

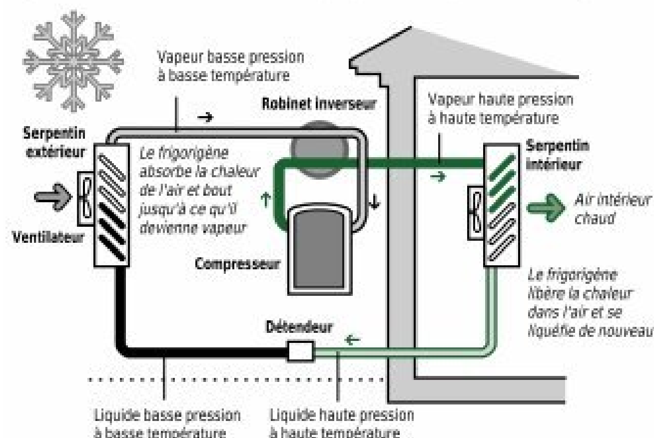
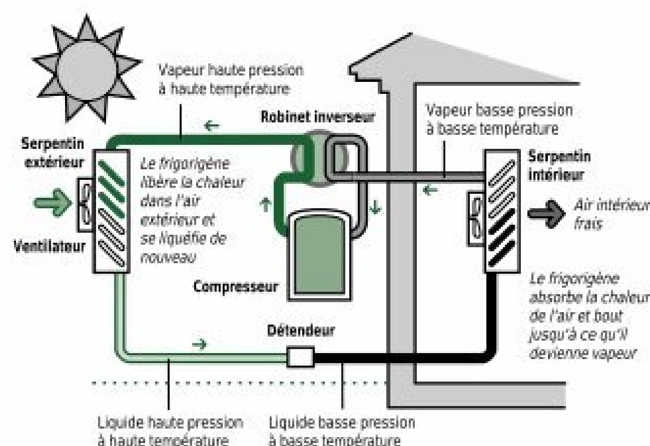


Figure 2b : Éléments de la thermopompe à air (cycle de refroidissement)



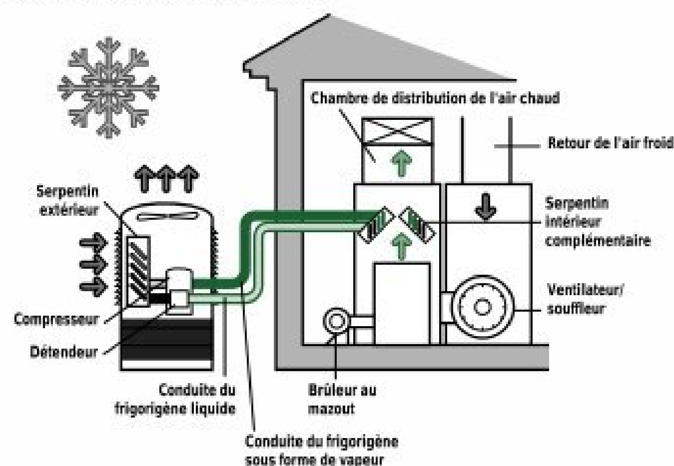
Composition de l'installation

Les figures 2a et 2b montrent les composantes d'une thermopompe à air. Outre les serpentins intérieur et extérieur, le robinet inverseur, le détendeur, le compresseur et les conduites, l'installation comprend des ventilateurs (qui soufflent l'air sur les serpentins) ainsi qu'une source de chaleur supplémentaire. Le compresseur peut être situé à l'intérieur ou à l'extérieur de la maison.

Dans le cas d'une thermopompe entièrement électrique, la chaleur supplémentaire provient d'une série de générateurs de chaleur à résistances situés dans l'enceinte principale de circulation de l'air, appelée chambre de distribution, en aval du serpentin intérieur de la thermopompe. Si la thermopompe est un appareil d'appoint (figure 3), la chaleur supplémentaire est fournie par un système de chauffage, qu'il fonctionne à l'électricité, au mazout, au gaz naturel ou au propane. Le serpentin intérieur de la pompe est situé dans la chambre de distribution, habituellement juste au-dessus du système de chauffage. Une description du fonctionnement des thermopompes et des systèmes de chauffage combinés figure à la page 52, à la section intitulée

« Systèmes de chauffage supplémentaire ». Dans le cas d'une mini-thermopompe bibloc sans conduites, de la chaleur supplémentaire peut être fournie par le système à eau chaude ou les plinthes électriques.

Figure 3 : Thermopompe d'appoint



Efficacité énergétique

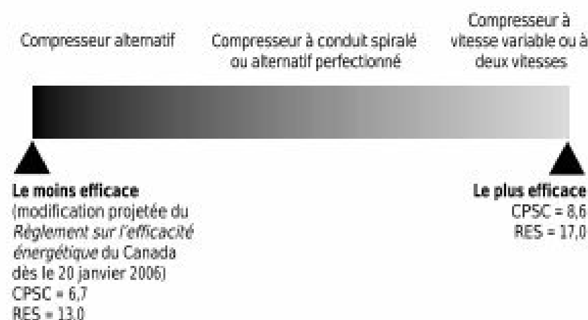
Les caractéristiques d'une thermopompe à air déterminent sa puissance frigorifique (RES) et sa puissance calorifique (CPSC) annuelles. Au moment de publier le présent document, le RES des thermopompes à air oscillait entre un minimum de 10 et un maximum d'environ 17, tandis que leur CPSC variait de 5,9 à 8,6 dans la région V prescrite dans la norme CSA C656. Les conditions climatiques de cette région sont semblables à celles d'Ottawa.

Les niveaux minimums d'efficacité énergétique susmentionnés sont actuellement régis par règlement dans un certain nombre de territoires de compétence. De nouvelles normes de rendement minimum devraient être appliquées partout au Canada en 2006. Le RES minimum s'établira probablement à 13, et le CPSC minimum à 6,7. Ces niveaux représentent une amélioration considérable par rapport à l'efficacité moyenne pondérée des thermopompes qu'on vendait il y a à peine quelques années. Cette amélioration est en grande partie attribuable à un meilleur rendement des compresseurs, à l'accroissement de la surface des échangeurs de chaleur, à l'amélioration de la circulation du frigorigène et à d'autres contrôles. Le perfectionnement des compresseurs, des moteurs et des commandes permettra d'accroître encore davantage l'efficacité des appareils.

Grâce aux compresseurs perfectionnés mis au point par divers fabricants (compresseurs alternatifs avancés, compresseurs à conduit de décharge spiralé, compresseurs à vitesse variable ou à deux vitesses combinés aux échangeurs de chaleur et aux commandes les plus perfectionnés), le RES de certaines thermopompes s'élève à 17 et leur CPSC peut atteindre jusqu'à 8,6 dans la région V.

Les thermopompes à air offrant le rendement énergétique le moins élevé sont munies d'un compresseur alternatif à une vitesse. Quant aux unités plus efficaces, elles comprennent généralement un compresseur à conduit spiralé ou un compresseur alternatif perfectionné. On ne constate aucune autre différence de conception apparente entre les deux types d'appareils. Les thermopompes offrant les meilleurs RES et CPSC sont toujours équipées d'un compresseur à conduit spiralé à vitesse variable ou à deux vitesses.

Figure 4 : Rendement d'une thermopompe à air (région V)

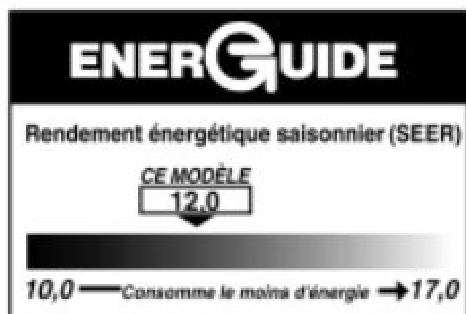


Remarque : Les valeurs indiquées représentent la gamme de tous les appareils offerts.

Cotes ÉnerGuide pour les thermopompes

Ressources naturelles Canada (RNCan) et l'Institut canadien du chauffage, de la climatisation et de la réfrigération (ICCCR) ont créé un système de cotation administré par l'industrie et visant à donner une cote de rendement énergétique aux appareils de chauffage, aux climatiseurs centraux et aux thermopompes air-air. L'échelle de cote de l'efficacité énergétique figure sous le symbole ÉnerGuide dans les brochures des fabricants (figure 5). Comme dans le cas de l'étiquette ÉnerGuide pour les climatiseurs individuels, le triangle inversé et la règle graduée permettent de comparer un modèle particulier avec d'autres genres et types de modèle.

Figure 5 : Cote ÉnerGuide pour les climatiseurs centraux et les thermopompes



ENERGY STAR®



Les nouveaux modèles de thermopompes air-air qui répondent aux exigences ENERGY STAR® consomment jusqu'à 20 p. 100 moins d'énergie que les modèles neufs ordinaires. Afin de répondre aux critères d'admissibilité ENERGY STAR, une thermopompe doit présenter un RES d'au moins 12,0 pour un appareil monobloc et d'au moins 13,0 pour un appareil bibloc.

En choisissant une thermopompe qui répond aux exigences ENERGY STAR et dont la capacité correspond à vos besoins, vous pouvez aider à réduire les GES et les agents à l'origine du smog, à diminuer considérablement votre consommation d'électricité et à accroître le confort de votre maison.

Autres critères de sélection

Choisissez la thermopompe ayant le CPSC le plus élevé possible. Si d'autres appareils ont des CPSC semblables, comparez leur fonctionnement en régime permanent à –8,3 °C (la température la plus basse à laquelle on les évalue). L'appareil ayant la cote la plus élevée sera le plus efficace dans la plupart des régions du Canada.

Choisissez une thermopompe munie d'une commande de dégivrage sur demande. Le cycle de dégivrage ne sera pas actionné inutilement (l'inversion du système peut à la longue endommager l'appareil), ce qui réduira tant l'énergie consommée par la thermopompe que la nécessité de recourir à du chauffage supplémentaire.

Le niveau de bruit est un niveau sonore pondéré – A avec correction de son pur exprimé en bels. Vous devriez arrêter votre choix sur une thermopompe dont le niveau de bruit extérieur se situe au maximum autour de 7,6 bels. Le niveau de bruit indique le niveau sonore de la partie extérieure de la thermopompe. Plus le niveau est bas, moins l'unité extérieure émet de bruit. Ces cotes sont disponibles chez les fabricants et publiées par le Air Conditioning and Refrigeration Institute (ARI), 4301 North Fairfax Drive, Arlington, Virginia 22203, U.S.A.

Puissance

Les charges de chauffage et de refroidissement devraient être déterminées au moyen d'une méthode de mesure reconnue, par exemple celle de la norme CSA-F280-FM90, « Détermination de la puissance requise des appareils de chauffage et de refroidissement résidentiels ».

Bien que la thermopompe puisse être dimensionnée de façon à répondre à la plupart des besoins de chauffage d'une maison, cette pratique ne constitue pas la solution idéale. Au Canada, en effet, les besoins en chauffage sont plus importants que ceux en refroidissement. Lorsque la thermopompe est dimensionnée en fonction de la charge de chauffage, elle est trop puissante par rapport aux besoins de refroidissement et ne fonctionnera que de façon intermittente pendant l'été, ce qui peut nuire à son rendement et réduire sa capacité de déshumidifier la maison durant cette saison.

Par ailleurs, l'efficacité d'une thermopompe à air décroît à mesure que la température de l'air extérieur baisse. Il ne serait donc pas économique d'essayer de répondre à tous vos besoins en chauffage à l'aide d'une thermopompe de ce genre.

De façon générale, les thermopompes à air doivent être dimensionnées de manière à fournir au plus 125 p. 100 de la charge de refroidissement. Une thermopompe qui répond à ce critère peut assurer de 80 à 90 p. 100 de la charge de chauffage annuel, selon les conditions climatiques de la région, avec un point d'équilibre entre 0 et –5 °C. Cette solution vous offre la meilleure combinaison de coûts et de rendement saisonnier.

Installation

Au moment d'installer une thermopompe de quelque type que ce soit, il importe de suivre attentivement les instructions du fabricant. Vous trouverez ci-après des directives d'ordre général dont il faut tenir compte au moment d'installer une thermopompe à air.

- Si la maison est munie d'un système de chauffage au gaz naturel, au mazout ou au bois, le serpentin doit être installé du côté chaud (en aval) de l'appareil.
- Dans les cas où l'on ajoute une thermopompe à un système de chauffage électrique, on place habituellement le serpentin du côté froid (en amont) de l'appareil afin d'accroître l'efficacité de l'installation.
- L'appareil installé à l'extérieur doit être à l'abri des grands vents, qui peuvent nuire au dégivrage. Cependant, il doit être situé à l'air libre de façon à ce que l'air extérieur ne soit pas réacheminé par le serpentin.
- Il faut fixer l'appareil sur un support placé de 30 à 60 cm (de 12 à 14 po) au-dessus du sol afin d'empêcher la neige de gêner la circulation de l'air à la surface du serpentin et pour permettre le drainage de l'eau produite lors du dégivrage. Le support doit être ancré dans un socle de béton, qui doit lui-même reposer sur une couche de gravier afin de faciliter le drainage. L'appareil peut aussi être fixé au mur de la maison, sur un support approprié.
- Il est conseillé de placer la thermopompe hors de portée du larmier de la maison (c'est-à-dire l'endroit où l'eau dégoutte du toit) afin d'empêcher la glace et l'eau de tomber sur l'appareil et, par le fait même, d'entraver la circulation de l'air ou d'endommager le ventilateur ou le moteur.
- La cuve collectrice située sous le serpentin intérieur doit être reliée au drain situé à l'intérieur de la maison afin d'assurer l'écoulement du condensat qui se forme sur le serpentin.
- La thermopompe doit être située de façon que les préposés à l'entretien aient assez d'espace pour réparer l'appareil au besoin.
- Les conduites qui transportent le frigorigène doivent être aussi courtes et droites que possible. On conseille de les revêtir d'une gaine isolante afin de réduire le plus possible les pertes de chaleur et d'éviter la condensation.

- Les ventilateurs et les compresseurs étant des sources de bruit, il faut prendre soin de placer l'appareil extérieur loin des fenêtres et des constructions adjacentes. Les vibrations qui se font dans certains appareils peuvent également être bruyantes. Afin d'empêcher que cela ne se produise, on conseille de choisir de l'équipement silencieux ou d'installer l'appareil sur une base antibruit.
- Puisque les thermopompes exigent habituellement des conduites plus grandes que les autres installations de chauffage central, il faut parfois modifier le réseau de conduites en place. Pour que la thermopompe fonctionne bien, la circulation d'air doit être de 50 à 60 litres par seconde (L/s) par kilowatt, ou de 400 à 450 pieds cubes par minute (pi^3/min) par tonne de puissance frigorifique.

Le coût d'installation d'une thermopompe à air varie en fonction du type d'appareil choisi et du système de chauffage en place dans la maison. En effet, les frais sont plus élevés s'il faut modifier le réseau de conduites ou augmenter la puissance de l'installation électrique pour être en mesure de répondre à l'augmentation de la demande.

Fonctionnement

Le thermostat intérieur devrait toujours être réglé à la même température (on recommande une température de 20 °C).

Le fait de laisser le ventilateur intérieur fonctionner en permanence peut nuire au rendement de la thermopompe, à moins d'utiliser un moteur à haut rendement à vitesse variable. Il est donc préférable de laisser le ventilateur en mode automatique.

Les thermopompes restent en marche plus longtemps que les systèmes de chauffage classiques puisque leur puissance calorifique est beaucoup moins grande.

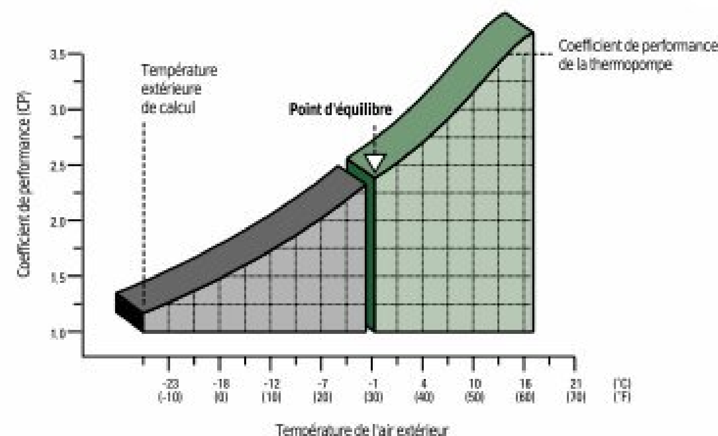
Principaux avantages des thermopompes à air

Efficacité

À 10 °C, le coefficient de performance (CP) des thermopompes à air est habituellement de 3,3. Cela signifie que 3,3 kilowattheures (kW/h) de chaleur sont transférés pour chaque kW/h d'électricité fourni à la thermopompe.
À –8,3 °C, le CP est généralement de 2,3.

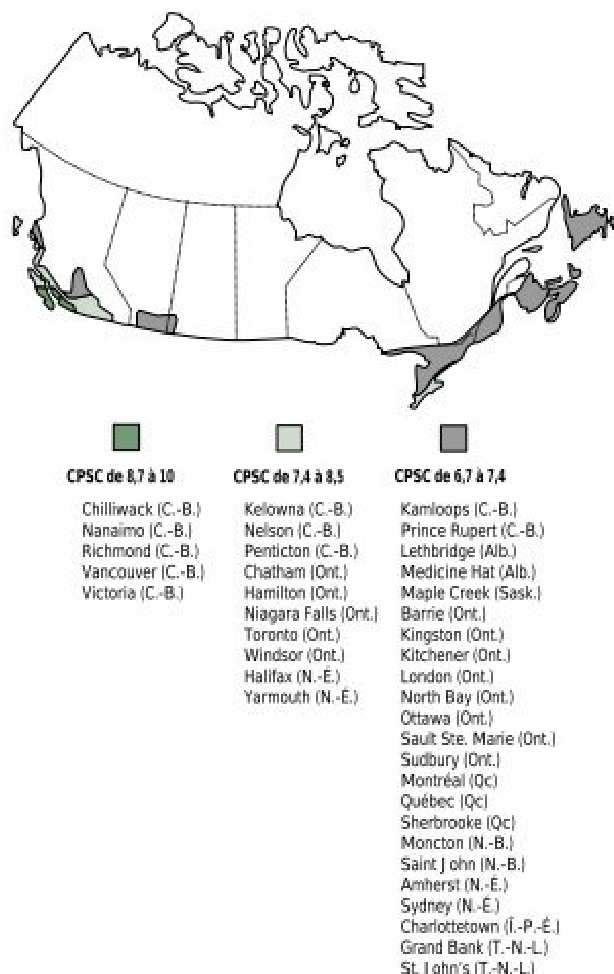
Le CP décroît à mesure que la température baisse, étant donné qu'il est plus difficile de récupérer la chaleur de l'air plus frais. La figure 6 illustre comment le refroidissement de la température de l'air modifie le CP. Cependant, il est à noter que les thermopompes se comparent avantageusement aux installations de chauffage à résistances électriques (CP de 1,0), et ce, même lorsque la température est inférieure à –15 °C .

Figure 6 : Particularités du rendement de la thermopompe à air typique



Le coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) des thermopompes à air varie de 6,7 à 10, selon la région du Canada et leur cote de rendement. La figure 7 indique le coefficient de performance des thermopompes à air en service dans différentes parties du pays. Dans le présent document, nous avons retenu trois régions où l'utilisation d'une thermopompe à air serait avantageuse.

Figure 7 : Coefficients de performance de la saison de chauffage (CPSC) des thermopompes à air à différents endroits au Canada



Remarque : Les valeurs indiquées représentent les appareils dont le rendement varie d'« ordinaire » à « élevé ».

La première est la côte ouest, une région où le climat est doux et où les thermopompes offrent un rendement élevé. La deuxième – qui englobe le sud de l'Ontario, la Nouvelle-Écosse ainsi que la zone intérieure de la Colombie-Britannique – est plus froide et requiert des thermopompes à rendement plus élevé. Enfin, la troisième région comprend les zones plus froides de la Colombie-Britannique, de l'Alberta, de l'Ontario, du Québec, du Nouveau-Brunswick, de même que la Nouvelle-Écosse, l'Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve-et-Labrador. À l'extérieur de ces régions, l'utilisation des thermopompes à air n'est pas aussi rentable.

Économies d'énergie

Vous pouvez réduire vos frais de chauffage jusqu'à concurrence de 50 p. 100 si vous remplacez votre système électrique par une thermopompe à air entièrement électrique. Vos économies réelles dépendront de plusieurs facteurs, notamment le climat de votre région, le rendement du système de chauffage en place, le prix du combustible et de l'électricité ainsi que la puissance et le CPSC de la thermopompe choisie.

Des thermopompes à air plus perfectionnées peuvent aussi fournir de l'eau chaude de consommation. On appelle ce type de systèmes des unités « intégrées », puisque le chauffage de l'eau de consommation est intégré au système de conditionnement d'air de la maison. Il peut s'avérer très efficace de chauffer l'eau de cette façon, et réduire ainsi vos factures de chauffage de 25 à 50 p. 100.

Entretien

Le fonctionnement efficace et la durabilité de votre thermopompe dépendent avant tout d'un bon entretien. Vous pouvez exécuter vous-même certaines des tâches d'entretien les plus simples, mais il serait bon de demander à un entrepreneur compétent de procéder à une inspection annuelle de votre appareil. Le temps idéal pour faire cette vérification est la fin de la saison de refroidissement, avant que ne commence la saison de chauffage.

- L'entretien des filtres et des serpentins a une très grande incidence sur le rendement du système et sur sa durée

utile. La saleté qui obstrue les filtres, les serpentins et les ventilateurs entrave la circulation de l'air dans l'installation, ce qui en diminue le rendement et peut, à la longue, endommager le compresseur.

Vérifiez les filtres tous les mois et nettoyez-les ou remplacez-les conformément aux instructions du fabricant. Vous devriez aussi nettoyer régulièrement les serpentins avec un aspirateur ou une brosse, selon les instructions données dans le manuel de l'utilisateur. Le serpentin extérieur peut être lavé au tuyau d'arrosage. Au cours du nettoyage des filtres et des serpentins, efforcez-vous aussi de repérer tout indice d'autres problèmes, comme ceux décrits ci-après.

- Afin de s'assurer que le ventilateur fournit le débit d'air nécessaire au bon fonctionnement de la thermopompe, il convient de le nettoyer une fois par année, mais il ne faut en lubrifier le moteur que si les instructions du fabricant le précisent. Profitez de l'occasion pour vérifier la vitesse du ventilateur. Dans le cas des ventilateurs à entraînement direct, un mauvais réglage des poulies, le relâchement des courroies du ventilateur ou le fonctionnement du moteur à la mauvaise vitesse sont autant de facteurs qui contribuent à réduire le rendement du système.

- Inspectez et nettoyez les conduites au besoin, de sorte que la circulation de l'air ne soit pas gênée par un relâchement de l'isolant, une accumulation excessive de poussière ou tout autre objet qui passe quelquefois à travers les grillages.

- Assurez-vous que les évents et les bouches d'aération ne sont pas obstrués par la présence de meubles, de tapis ou de tout autre objet pouvant gêner la circulation de l'air. Comme on l'a mentionné précédemment, toute obstruction prolongée de la circulation de l'air peut endommager le compresseur.

Vous devrez recourir aux services d'un entrepreneur compétent pour exécuter les tâches d'entretien plus difficiles comme la vérification du niveau du frigorigène et le réglage des pièces électriques et mécaniques de l'appareil.

Les contrats d'entretien des thermopompes sont semblables à ceux visant l'entretien des systèmes de chauffage au mazout et au gaz. Les thermopompes sont toutefois plus perfectionnées que les installations classiques, et leur entretien peut donc coûter plus cher.

Frais de fonctionnement

Les frais de chauffage d'une thermopompe peuvent être inférieurs à ceux des autres installations de chauffage, particulièrement des systèmes de chauffage à l'électricité ou au mazout.

Toutefois, les économies que vous pouvez prévoir dépendent du système de chauffage en place dans votre foyer – à l'électricité, au mazout, au propane ou au gaz naturel – et du prix relatif de ces sources d'énergie dans votre région. L'utilisation d'une thermopompe vous permettra en effet de réduire votre consommation de gaz ou de mazout, mais exigera une plus grande quantité d'électricité. Si vous habitez une région où l'électricité coûte cher, vos frais de fonctionnement peuvent être plus élevés. Compte tenu de ces facteurs, vous pourriez avoir besoin de deux à sept ans pour récupérer votre investissement dans une thermopompe au lieu d'un climatiseur central. Vous trouverez plus loin une comparaison des coûts de chauffage au moyen de thermopompes à air, de pompes géothermiques et de systèmes de chauffage électriques et au mazout.

Durée de service et garanties

La durée utile des thermopompes à air varie de 15 à 20 ans. Le compresseur est l'élément le plus vulnérable de l'installation.

La majorité des thermopompes sont assorties d'une garantie d'un an sur les pièces et la main-d'œuvre et d'une garantie additionnelle de cinq à dix ans pour le compresseur (pièces seulement). Comme ces garanties varient d'un fabricant à l'autre, vérifiez-en attentivement tous les détails.

POMPES GÉOTHERMIQUES (SYSTÈMES À ÉNERGIE DU SOL)

Les pompes géothermiques utilisent le sol, les eaux souterraines ou les deux comme source de chaleur durant l'hiver et comme évacuateur de la chaleur récupérée dans la maison pendant l'été. C'est d'ailleurs pour cette raison qu'on les appelle pompes géothermiques. La chaleur est puisée dans le sol au moyen d'un liquide, comme de l'eau souterraine ou une solution antigel. Le liquide est chauffé dans la thermopompe, puis la chaleur est libérée à l'intérieur de la maison. En été, le processus est inversé : la chaleur est retirée de l'air de la maison et transférée au sol par l'eau souterraine ou la solution antigel. Dans les systèmes géothermiques à détente directe, la solution antigel est remplacée par du frigorigène dans un échangeur de chaleur souterrain.

Les installations géothermiques peuvent être utilisées conjointement à une installation de chauffage à air pulsé ou à un système à eau chaude. Elles peuvent également être conçues et installées de manière à assurer le chauffage seulement, le chauffage combiné à un refroidissement passif ou le chauffage et un refroidissement actif. Les installations réservées au chauffage n'offrent pas de refroidissement. Les systèmes de refroidissement passif pompent de l'eau froide ou de l'antigel dans l'installation sans avoir recours à la thermopompe, tandis que les appareils de refroidissement actif fonctionnent de la façon décrite ci-après, dans la section intitulée « Le cycle de refroidissement ».

Fonctionnement des pompes géothermiques

Tous les systèmes géothermiques comportent deux parties : un réseau de tuyaux souterrains situés à l'extérieur de la maison et une thermopompe placée à l'intérieur. Contrairement aux thermopompes à air – dont un échangeur de chaleur (et souvent le compresseur) est placé à l'extérieur –, les pompes géothermiques sont installées entièrement à l'intérieur de la maison.

Le réseau de tuyaux extérieurs peut être à circuit ouvert ou à circuit fermé. Le réseau à circuit ouvert capte la chaleur contenue dans une masse d'eau souterraine. L'eau est pompée d'un puits jusqu'à l'échangeur de chaleur, qui en extrait la chaleur. L'eau est ensuite déversée dans un plan d'eau de surface, par exemple un ruisseau ou un étang, ou acheminée au réservoir souterrain par un autre puits.

Les installations à circuit fermé retirent la chaleur du sol au moyen d'une boucle continue et enfouie. Une solution antigel (ou du frigorigène dans le cas des systèmes géothermiques à détente directe) est refroidie par le système de réfrigération de la thermopompe à une température sensiblement inférieure à celle du sol, elle circule dans la boucle et elle absorbe la chaleur du sol environnant.

LE CYCLE DE CHAUFFAGE

Au cours du cycle de chauffage, l'eau souterraine, la solution antigel ou le frigorigène (qui a circulé dans les tuyaux souterrains et absorbé la chaleur du sol) est acheminé vers l'appareil placé à l'intérieur de la maison. Dans le cas des systèmes utilisant de l'eau souterraine ou une solution antigel, le liquide traverse l'échangeur de chaleur primaire (rempli de fluide frigorigène). S'il s'agit d'un système à détente directe, le frigorigène entre directement dans le compresseur, sans passer par un échangeur de chaleur intermédiaire.

La chaleur se transmet au frigorigène, qui est porté à ébullition jusqu'à ce qu'il se transforme en vapeur à basse température. Dans les systèmes à circuit ouvert, l'eau souterraine est ensuite rejetée dans un étang ou un puits. Dans les

systèmes à circuit fermé, la solution antigel ou le frigorigène est réacheminé vers le réseau de tuyaux souterrains afin d'être chauffé de nouveau.

Le robinet inverseur dirige le frigorigène sous forme de vapeur vers le compresseur. Celui-ci comprime la vapeur, ce qui a pour effet d'en réduire le volume et d'en augmenter la température.

Enfin, le robinet inverseur pousse le gaz ainsi réchauffé vers le condenseur, où la chaleur est libérée. L'air réchauffé est ensuite soufflé dans le serpentin et pulsé dans le réseau de conduites afin de réchauffer la maison. Après s'être départi de sa chaleur, le frigorigène traverse le détendeur, dans lequel sa température et sa pression sont abaissées. Il est ensuite acheminé soit au premier échangeur de chaleur, soit dans le sol s'il s'agit d'un système à détente directe, puis le cycle recommence.

Eau chaude de consommation

Dans certains types de pompes géothermiques, un échangeur de chaleur (aussi appelé désurchauffeur) extrait de la chaleur du frigorigène chaud qui quitte le compresseur. De l'eau en provenance du chauffe-eau de la maison est pompée dans un serpentin situé en amont du condenseur, de sorte qu'une partie de la chaleur qui aurait été dissipée dans le condenseur sert à chauffer l'eau. Il y a toujours un surplus de chaleur lorsque l'appareil fonctionne en été en mode refroidissement et par temps doux en mode chauffage, quand la thermopompe est au-dessus du point d'équilibre et ne fonctionne pas à pleine capacité. D'autres installations géothermiques chauffent l'eau de consommation sur demande : dans ce cas, l'appareil complet sert à chauffer l'eau au besoin.

Si les pompes géothermiques peuvent servir au chauffage de l'eau, c'est parce que leur compresseur se trouve à l'intérieur de la maison. Ces appareils ayant une capacité de chauffage relativement constante, ils peuvent habituellement assurer du chauffage pendant beaucoup plus d'heures que nécessaire pour chauffer la maison.

Le cycle de refroidissement

Le cycle de refroidissement s'effectue essentiellement à l'inverse du cycle de chauffage. Le robinet inverse le sens de l'écoulement du frigorigène, qui récupère la chaleur contenue dans l'air de la maison. Dans le cas des systèmes à détente directe, la chaleur est transférée directement. Autrement, elle passe soit dans l'eau souterraine soit dans la solution antigel. La pompe achemine ensuite la chaleur vers l'extérieur – jusqu'à un plan d'eau ou un puits de retour (circuit ouvert) ou jusqu'aux tuyaux souterrains (circuit fermé). Ici encore, il est possible d'utiliser une partie de la chaleur excédentaire pour préchauffer l'eau de consommation.

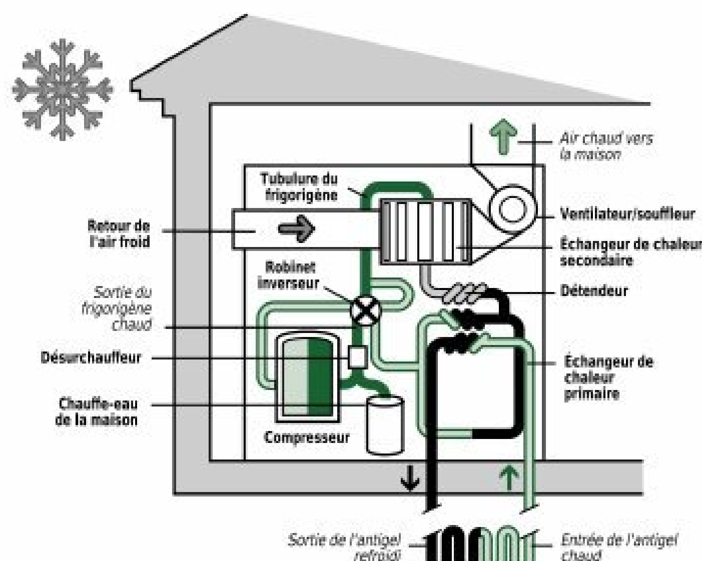
Contrairement aux thermopompes à air, les pompes géothermiques n'exigent pas de cycle de dégivrage. La température du sous-sol est en effet beaucoup plus stable que celle de l'air et, comme la pompe elle-même est située à l'intérieur, le givre ne cause pas les mêmes ennuis.

Composition de l'installation

Comme le montre la figure 8, les systèmes géothermiques se composent de trois éléments principaux : la thermopompe proprement dite, le liquide servant à l'échange de chaleur (circuit ouvert ou fermé) et le réseau de transport de l'air (conduites).

Il existe différents types de pompes géothermiques. Dans les appareils monobloc, le souffleur, le compresseur, l'échangeur de chaleur et le serpentin sont logés dans un même boîtier. Quant aux systèmes bibloc, ils permettent d'ajouter un serpentin à un système de chauffage à air pulsé et d'utiliser le souffleur et le générateur d'air chaud.

Figure 8 : Éléments de la pompe géothemique typique



Efficacité énergétique

Comme dans le cas des thermopompes à air, le rendement des pompes géothermiques varie beaucoup selon les modèles. Les pompes géothermiques qui utilisent des eaux souterraines comme source de chaleur, aussi appelées systèmes à circuit ouvert, ont un CP pour le chauffage variant de 3,6 à 5,2 et un rendement énergétique (RE) pour le refroidissement allant de 16,2 à 31,1 (figure 9). Les systèmes à circuit fermé possèdent un CP pour le chauffage se situant entre 3,1 et 4,9, tandis que leur RE varie de 13,4 à 25,8 (figure 10).

L'efficacité minimale de chaque catégorie de pompes géothermiques est réglementée dans les mêmes territoires de compétence que les thermopompes à air. Le rendement des pompes géothermiques s'est grandement amélioré. Aujourd'hui, les améliorations apportées aux compresseurs, aux moteurs et aux commandes des thermopompes à air sont aussi appliquées aux pompes géothermiques, ce qui en accroît encore davantage l'efficacité.

Les pompes géothermiques dont le rendement énergétique va de bas à moyen comportent un compresseur alternatif ou un compresseur volumétrique rotatif à vitesse unique ainsi qu'un ratio frigorigène-air relativement normal, mais elles comportent un échangeur de chaleur frigorigène-eau surdimensionné à surface améliorée.

Les unités à rendement moyen utilisent un compresseur à conduit spiralé ou un compresseur alternatif perfectionné. Quant aux appareils à rendement élevé, ils comportent le plus souvent un compresseur à deux vitesses, un ventilateur intérieur à vitesse variable, ou les deux à la fois, et un échangeur de chaleur à peu près semblable à celui des autres systèmes.

Figure 9 : Rendement des pompes géothermiques à circuit ouvert (température de l'eau à l'entrée de 10 °C)



Remarque : Les valeurs indiquées représentent la gamme de tous les appareils offerts.

Figure 10 : Rendement des pompes géothermiques à circuit fermé (température de la solution antigel à l'entrée de 0 °C)



Remarque : Les valeurs indiquées représentent la gamme de tous les appareils offerts.

ENERGY STAR®



Les pompes géothermiques sont désormais admissibles à l'Initiative de haute efficacité énergétique ENERGY STAR® au Canada. Actuellement, les critères ENERGY STAR suivants s'appliquent aux pompes géothermiques au Canada :

Tableau 1 :

Principaux critères ENERGY STAR pour les pompes géothermiques (2004)

Type	RE minimal	CP minimal	Chauffage de l'eau
Circuit fermé	14,1	3,3	Oui
• Chauffage de l'eau intégré	14,1	3,3	n.d.
Circuit ouvert	16,2	3,6	Oui
• Chauffage de l'eau intégré	16,2	3,6	n.d.
Détente directe	15,0	3,5	Oui
• Chauffage de l'eau intégré	15,0	3,5	n.d.

Afin de pouvoir afficher le symbole ENERGY STAR, les produits doivent satisfaire aux exigences techniques établies pour assurer que ces appareils sont parmi les plus éconergétiques sur le marché, ou les dépasser. Les exigences minimales varient d'une catégorie à l'autre, mais le rendement d'un modèle ENERGY STAR doit habituellement être de 10 à 50 p. 100 plus élevé que celui d'un modèle ordinaire.

Puissance

La température du sol, contrairement à celle de l'air, demeure assez constante. En conséquence, le rendement du système géothermique varie très peu au cours de l'hiver, et l'installation peut être conçue de façon à répondre à presque toute la demande de chauffage des locaux et fournir, en prime, l'énergie nécessaire au chauffage de l'eau.

Comme pour les thermopompes à air, toutefois, il n'est habituellement pas conseillé de dimensionner le système géothermique de façon à répondre à tous les besoins de chaleur de la maison. L'installation géothermique est le plus rentable lorsqu'elle satisfait 60 à 70 p. 100 de la demande maximale globale (chauffage des locaux et de l'eau). Un système de chauffage d'appoint permettra de répondre aux besoins exceptionnels lorsque les rigueurs de l'hiver occasionneront une charge de pointe. L'installation configurée de cette façon peut fournir environ 95 p. 100 de l'énergie nécessaire au chauffage des pièces et de l'eau.

Les pompes géothermiques à vitesse variable ou à puissance variable possèdent un compresseur à deux vitesses. À basse vitesse, ce type de système peut répondre à tous les besoins de refroidissement et à la plupart des besoins de chaleur; il passe à la deuxième vitesse seulement lorsque la demande de chaleur est élevée.

Il existe sur le marché des pompes géothermiques de puissances variées pour satisfaire aux exigences du climat canadien. Ces appareils, dont la puissance varie entre 7 kW et 35 kW (de 24 000 à 120 000 Btu/h), offrent en option le chauffage de l'eau de consommation.

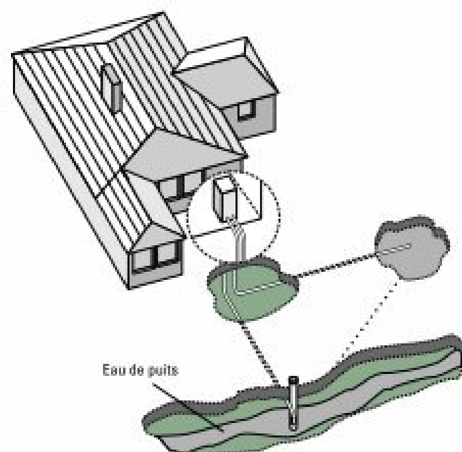
Conception

Contrairement aux thermopompes à air, les pompes géothermiques exigent un puits ou un système de tubulure en boucle pour recueillir la chaleur du sol ou l'y dissiper.

Système à circuit ouvert

Comme on l'a déjà précisé, le système à circuit ouvert (figure 11) utilise de l'eau souterraine provenant d'un puits ordinaire comme source de chaleur. L'eau est pompée dans la thermopompe, où la chaleur en est extraite. L'eau utilisée est ensuite déversée dans un cours d'eau, un étang, un fossé, un tuyau de drainage, une rivière ou un lac. Ce procédé est mieux connu sous le nom d'évacuation à ciel ouvert. (Cette méthode n'est peut-être pas approuvée dans votre région. Renseignez-vous auprès des autorités locales.)

Figure 11 : Système à circuit ouvert utilisant l'eau d'un puits comme source de chaleur



On peut aussi rejeter l'eau utilisée dans un puits d'élimination, c'est-à-dire un second puits qui renvoie l'eau dans le sol. Ce type de puits doit être suffisamment grand pour éliminer toute l'eau qui circule dans la thermopompe et il doit être creusé par un puisatier d'expérience. Si vous avez déjà un puits supplémentaire, l'entrepreneur qui installe votre thermopompe doit s'assurer, auprès d'un puisatier, qu'il peut servir de puits d'élimination. Peu importe la méthode employée, l'installation doit être entièrement sûre pour l'environnement. La thermopompe n'a pour fonction que de retirer la chaleur de l'eau ou d'y en ajouter; ce procédé ne comporte aucun polluant du milieu. La seule modification apportée à l'eau qui retourne à la terre est une légère augmentation ou diminution de sa température.

La puissance de la thermopompe et les prescriptions techniques du fabricant déterminent la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement du système à circuit ouvert. Le besoin d'eau de chaque modèle de thermopompe s'exprime normalement en litres par seconde (L/s) et il est précisé dans le devis technique de l'appareil. Une thermopompe d'une puissance de 10 kW (34 000 Btu/h) utilise entre 0,45 et 0,75 L/s.

L'ensemble puits-pompe doit être d'une capacité suffisante pour fournir la quantité d'eau nécessaire au fonctionnement de la thermopompe et satisfaire à la demande d'eau de consommation de la maisonnée. Il se peut que vous deviez augmenter la capacité de votre réservoir sous pression ou modifier la tuyauterie de votre maison pour apporter assez d'eau à la thermopompe.

La mauvaise qualité de l'eau peut entraîner de sérieux problèmes dans le cas de systèmes à circuit ouvert. On doit donc éviter de se servir d'eau provenant d'une source, d'un étang, d'une rivière ou d'un lac pour faire fonctionner la thermopompe, à moins qu'il n'ait été établi que cette eau ne contient pas de quantités excessives de particules et de matières organiques, et qu'elle est suffisamment chaude tout au long de l'année (le plus souvent au-dessus de 5 °C) pour empêcher le gel de l'échangeur de chaleur. Les particules et autres matières peuvent en effet obstruer la thermopompe et la rendre inutilisable en peu de temps. Avant de procéder à l'installation d'une thermopompe, il est bon de soumettre l'eau à des analyses afin d'en établir le degré d'acidité, la dureté et la teneur en fer. L'entrepreneur qui se chargera d'installer la thermopompe ou le fabricant de l'appareil sont en mesure de vous renseigner sur la qualité d'eau qui est acceptable et sur les circonstances dans lesquelles il peut être nécessaire d'utiliser un échangeur de chaleur fait d'un matériau spécial. L'installation d'un système à circuit ouvert est souvent régie par les règlements locaux de zonage ou assujettie à un permis. Vérifiez auprès

des autorités locales si certaines restrictions s'appliquent à la région que vous habitez.

Système à circuit fermé

Le système à circuit fermé, qui puise la chaleur dans le sol même, fonctionne à partir d'une boucle continue formée de tubes de plastique de conception spéciale, enfouis dans la terre. On utilise des tubes de cuivre dans le cas des systèmes à détente directe. La tubulure est raccordée à la thermopompe, installée dans la maison, et forme une boucle souterraine étanche dans laquelle circule une solution antigel ou un liquide frigorigène. Alors que l'installation à circuit ouvert utilise de l'eau provenant d'un puits, le système à circuit fermé permet la recirculation de la solution servant au transfert de la chaleur dans une tubulure sous pression.

La tubulure est disposée à la verticale et à l'horizontale. La configuration verticale du circuit fermé (figure 12) convient à la plupart des propriétés de banlieue, où l'espace est restreint. Les tubes sont insérés dans des trous d'un diamètre de 150 mm (6 po), jusqu'à une profondeur variant entre 18 et 60 m (de 60 à 200 pi), selon l'état du sol et la puissance de l'installation. Il faut normalement prévoir une longueur de 80 à 110 m (de 270 à 350 pi) de tubes pour chaque tonne (3,5 kW ou 12 000 Btu/h) de puissance de la thermopompe. Des tubes en U sont insérés dans les trous. Pour les systèmes à détente directe, le diamètre des trous peut être plus petit, ce qui peut réduire les frais de creusage.

La disposition horizontale (figure 13) se retrouve plus fréquemment dans les régions rurales, où les terrains sont grands. La tubulure est installée dans des tranchées d'une profondeur variant entre 1,0 et 1,8 m (de 3 à 6 pi) selon le nombre de tubes dans chaque tranchée. En règle générale, il faut prévoir de 120 à 180 m (de 400 à 600 pi) de tubes par tonne de puissance. Par exemple, une maison bien isolée d'une superficie de 185 m^2 (2 000 pi^2) exige normalement une installation d'une puissance de trois tonnes, soit de 360 à 540 m (de 1 200 à 1 800 pi) de tubes.

Figure 12 : Montage vertical d'un système à circuit fermé à boucle en U unique

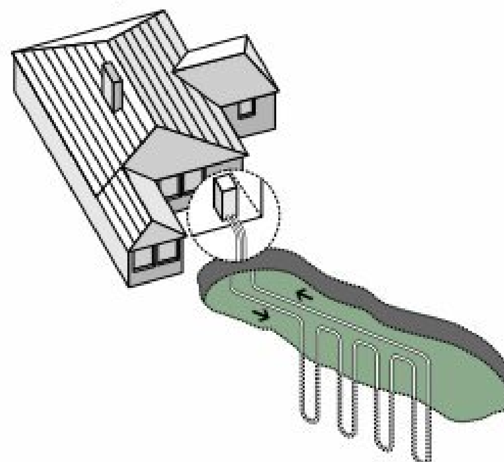
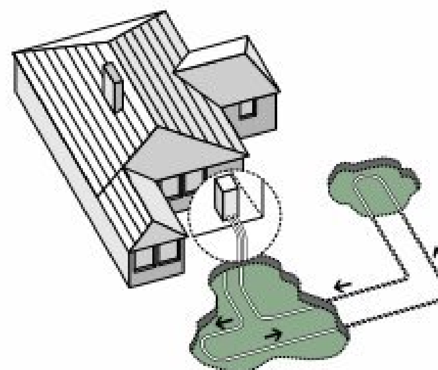


Figure 13 : Montage horizontal d'un système à circuit fermé à couche unique



Le type d'échangeur de chaleur horizontal le plus répandu est constitué de deux tuyaux placés côte à côte dans la même tranchée. Lorsque l'espace est restreint, on recourt parfois à un échangeur de chaleur en spirale, et on peut même superposer quatre ou six tubes dans des tranchées plus courtes.

Quel que soit l'agencement que vous choisissez, la tubulure destinée à recevoir la solution antigel doit être faite de polyéthylène ou de polybutylène de série 100 et comporter des joints soudés par fusion thermique (plutôt que des raccords mécaniques, des brides ou des joints collés) afin d'assurer l'étanchéité des joints pendant la durée utile de la tubulure. Correctement installés, ces tubes peuvent servir pendant 25 à 75 ans. Ils résistent bien à l'action des produits chimiques contenus dans le sol et sont de bons conducteurs de chaleur. Quant à la solution antigel, elle doit recevoir l'approbation des autorités locales en matière d'environnement. Pour les systèmes à détente directe, il faut utiliser des tubes de cuivre destinés à être utilisés avec un frigorigène.

La présence de circuits verticaux ou horizontaux n'a aucun effet défavorable sur le paysage pourvu que les trous et les tranchées soient bien remblayés et le sol fermement compacté.

Pour les circuits disposés à l'horizontale, il faut creuser des tranchées d'une largeur de 150 à 600 mm (de 6 à 24 po). Les espaces dénudés créés par ces travaux peuvent être restaurés avec du gazon. Quant aux circuits verticaux, leur pose exige peu d'espace et cause peu de dommages à la pelouse.

Il est important de confier à un entrepreneur compétent l'installation des circuits horizontaux et verticaux. Les tubes de plastique doivent être soudés par fusion thermique, et on doit veiller à établir un bon contact entre le sol et la tubulure afin que le transfert de la chaleur se fasse correctement, comme c'est le cas avec les trous cimentés à l'aide d'une caisse à couler. Cet élément est particulièrement important dans le cas des systèmes à échangeur de chaleur vertical. Une mauvaise installation du circuit peut empêcher la thermopompe de fournir un rendement optimal.

Installation

Comme les thermopompes à air, les pompes géothermiques doivent être conçues et installées par un entrepreneur qualifié. Il est conseillé de vous adresser à un entrepreneur local spécialiste des thermopompes pour concevoir, installer et entretenir votre équipement. Vous serez ainsi assuré d'avoir une installation efficace et fiable. Il faut aussi veiller à ce qu'on s'en tienne rigoureusement aux instructions du fabricant. Toutes les installations doivent être conformes aux exigences de la norme CSA C448 de l'Association canadienne de normalisation.

Le coût des pompes géothermiques (installation comprise) varie en fonction de l'état de l'emplacement; toutefois, il peut atteindre deux fois celui d'un système de chauffage au gaz, à l'électricité ou au mazout assorti d'un appareil de climatisation d'appoint. Le coût total d'un système à circuit ouvert peut être moindre. Les frais supplémentaires sont attribuables au collecteur souterrain, qu'il s'agisse d'un circuit ouvert ou fermé. Il faut par ailleurs installer des conduites dans les maisons qui n'ont pas de réseau de distribution d'air. Le degré de difficulté de ces travaux varie selon les cas et doit être évalué par l'entrepreneur.

Les frais d'installation sont aussi fonction du type de collecteur souterrain choisi et des exigences techniques de l'équipement. Pour que le projet en vaille la peine sur le plan financier, il faut que la diminution de vos frais d'énergie vous permette de récupérer en moins de cinq ans les frais déboursés au moment de l'installation. Renseignez-vous auprès du service public d'électricité de votre localité pour savoir quels avantages vous auriez à investir dans l'achat d'une pompe géothermique. On offre parfois un régime de financement à frais réduits aux acquéreurs d'installations approuvées.

Principaux avantages des pompes géothermiques

Efficacité

Au Canada, où la température de l'air peut descendre sous –30 °C et où la température du sol en hiver varie entre –2 °C et 4 °C , les systèmes à pompe géothermique ont un coefficient de performance (CP) allant de 2,5 à 3,8.

Les figures 14 et 15 illustrent les coefficients de performance de la saison de chauffage (CPSC). Ces coefficients sont calculés à peu près de la même manière que ceux associés aux thermopompes à air sauf que, dans ce cas-ci, on tient compte de la puissance des systèmes offerts sur le marché et de la température des eaux souterraines dans diverses régions du Canada. On connaît le CP et le RE des pompes géothermiques, mais il faut quand même évaluer leur performance pendant la saison de chauffage pour être en mesure de comparer leurs coûts de fonctionnement avec ceux des thermopompes à air.

Dans les régions méridionales du Canada, le CPSC des pompes géothermiques à circuit ouvert varie de 10,7 à 12,8 comparativement à un CPSC de 3,4 pour le chauffage à résistances électriques. Toujours dans les régions méridionales, les installations à circuit fermé ont un CPSC variant entre 9,2 et 11,0, la valeur la plus élevée étant celle du système à circuit fermé le plus efficace sur le marché. La figure 14 (page 44) montre les CPSC des systèmes à circuit ouvert dans diverses régions climatiques du Canada, tandis que la figure 15 (page 45) illustre le CPSC des systèmes à circuit fermé.

Économies d'énergie

Une pompe géothermique vous fera économiser beaucoup en frais de chauffage et de refroidissement. Elle permet des économies de l'ordre de 65 p. 100 des frais occasionnés par l'utilisation d'un système de chauffage électrique.

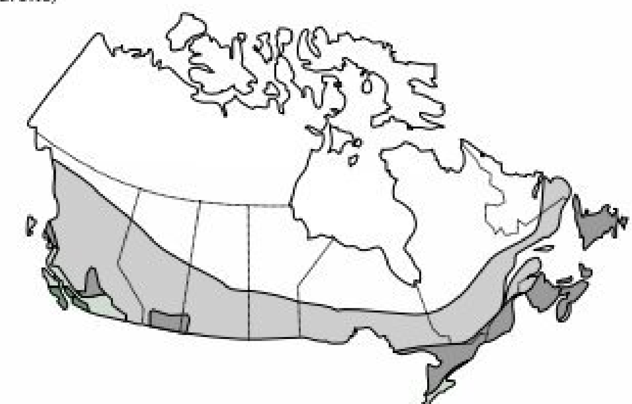
En moyenne, une pompe géothermique permet d'économiser environ 40 p. 100 de plus qu'il ne serait possible de le faire avec une thermopompe à air. Cela s'explique par le fait qu'en hiver, la température du sol est plus élevée que celle de l'air. En conséquence, la pompe géothermique peut fournir plus de chaleur au cours de l'hiver que ne peut le faire une thermopompe qui puise la chaleur de l'air.

Dans la pratique, les économies d'énergie réalisées dépendent du climat local, du rendement du système de chauffage en place, du coût du combustible et de l'électricité, de la puissance de l'appareil et du coefficient de performance de la thermopompe, mesuré selon les exigences de la CSA. Plus loin dans la présente publication, on comparera les frais de chauffage d'une pompe géothermique avec ceux d'un système de chauffage électrique, en plus des thermopompes à air.

Chauffage de l'eau de consommation

Le recours à une pompe géothermique peut également réduire les frais de chauffage de l'eau de consommation. Certains de ces appareils sont munis d'un désurchauffeur qui utilise une partie de la chaleur recueillie pour préchauffer l'eau, tandis que d'autres modèles plus récents passent automatiquement au chauffage de l'eau sur demande. Grâce à ces particularités, ces installations vous permettent de réduire vos frais de chauffage de l'eau de 25 à 50 p. 100.

Figure 14 : Coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) pour les pompes géothermiques à circuit ouvert au Canada (de gauche à droite)



CPSC de 10,8 à 13,0
- Chilliwack (C.-B.)
- Nanaimo (C.-B.)
- Richmond (C.-B.)
- Vancouver (C.-B.)
- Victoria (C.-B.)

CPSC de 10,7 à 12,8
- Kelowna (C.-B.)
- Nelson (C.-B.)
- Penticton (C.-B.)
- Chatham (Ont.)
- Hamilton (Ont.)
- Niagara Falls (Ont.)
- Toronto (Ont.)
- Windsor (Ont.)
- Halifax (N.-É.)
- Yarmouth (N.-É.)

CPSC de 10,1 à 12,0
- Kamloops (C.-B.)
- Prince Rupert (C.-B.)
- Lethbridge (Alb.)
- Medicine Hat (Alb.)
- Maple Creek (Sask.)
- Barrie (Ont.)
- Kingston (Ont.)
- Kitchener (Ont.)
- London (Ont.)
- North Bay (Ont.)
- Ottawa (Ont.)
- Sault Ste. Marie (Ont.)
- Sudbury (Ont.)
- Montréal (Qc)
- Québec (Qc)
- Sherbrooke (Qc)
- Moncton (N.-B.)
- Saint John (N.-B.)
- Amherst (N.-É.)
- Sydney (N.-É.)
- Charlottetown (Î.-P.-É.)
- Grand Bank (T.-N.-L.)
- St. John's (T.-N.-L.)

CPSC de 9,9 à 11,7
- Prince George (C.-B.)
- Banff (Alb.)
- Calgary (Alb.)
- Edmonton (Alb.)
- Peace River (Alb.)
- Prince Albert (Sask.)
- Regina (Sask.)
- Saskatoon (Sask.)
- Brandon (Man.)
- Winnipeg (Man.)
- Thunder Bay (Ont.)
- Timmins (Ont.)
- Chicoutimi (Qc)
- Rimouski (Qc)
- Shawinigan (Qc)
- Edmundston (N.-B.)

Remarque : Les valeurs indiquées représentent les appareils dont le rendement varie d'« ordinaire » à « élevé ».

Figure 15 : Coefficient de performance de la saison de chauffage (CPSC) pour les pompes géothermiques à circuit fermé au Canada (de gauche à droite)



CPSC de 9,3 à 11,1
- Chilliwack (C.-B.)
- Nanaimo (C.-B.)
- Richmond (C.-B.)
- Vancouver (C.-B.)
- Victoria (C.-B.)

CPSC de 9,2 à 11,0
- Kelowna (C.-B.)
- Nelson (C.-B.)
- Penticton (C.-B.)
- Chatham (Ont.)
- Hamilton (Ont.)
- Niagara Falls (Ont.)
- Toronto (Ont.)
- Windsor (Ont.)
- Halifax (N.-É.)
- Yarmouth (N.-É.)

CPSC de 8,9 à 10,6
- Kamloops (C.-B.)
- Prince Rupert (C.-B.)
- Lethbridge (Alb.)
- Medicine Hat (Alb.)
- Maple Creek (Sask.)
- Barrie (Ont.)
- Kingston (Ont.)
- Kitchener (Ont.)
- London (Ont.)
- North Bay (Ont.)
- Ottawa (Ont.)
- Sault Ste. Marie (Ont.)
- Sudbury (Ont.)
- Montréal (Qc)
- Québec (Qc)
- Sherbrooke (Qc)
- Moncton (N.-B.)
- Saint John (N.-B.)
- Amherst (N.-É.)
- Sydney (N.-É.)
- Charlottetown (Î.-P.-É.)
- Grand Bank (T.-N.-L.)
- St. John's (T.-N.-L.)

CPSC de 8,7 à 10,4
- Prince George (C.-B.)
- Banff (Alb.)
- Calgary (Alb.)
- Edmonton (Alb.)
- Peace River (Alb.)
- Prince Albert (Sask.)
- Regina (Sask.)
- Saskatoon (Sask.)
- Brandon (Man.)
- Winnipeg (Man.)
- Thunder Bay (Ont.)
- Timmins (Ont.)
- Chicoutimi (Qc)
- Rimouski (Qc)
- Shawinigan (Qc)
- Edmundston (N.-B.)

Remarque : Les valeurs indiquées représentent les appareils dont le rendement varie d'« ordinaire » à « élevé ».

Entretien

Les pompes géothermiques exigent peu d'entretien de votre part. De fait, les travaux d'entretien devraient être confiés à un entrepreneur compétent, qui devrait procéder à la vérification de votre appareil une fois par année.

- Tout comme dans le cas des thermopompes à air, l'entretien des filtres et des serpentins a une grande incidence sur le rendement de l'installation et sa durée utile. La saleté qui obstrue les filtres, les serpentins ou les ventilateurs entrave la circulation de l'air dans la thermopompe. Cela diminue le rendement de l'installation et peut, à la longue, endommager le compresseur.

- On doit nettoyer le ventilateur pour s'assurer qu'il fournit le débit d'air nécessaire au bon fonctionnement de l'appareil. Il faut, par la même occasion, vérifier la vitesse du ventilateur. Le mauvais réglage des poulies, le relâchement de la courroie ou le fonctionnement de l'appareil à la mauvaise vitesse sont autant de facteurs qui contribuent à réduire le rendement de l'installation.

- Il faut inspecter et nettoyer les conduites selon les besoins, pour s'assurer que le débit d'air n'est pas gêné par le relâchement de l'isolant, une accumulation excessive de poussière ou tout autre objet que peuvent quelquefois laisser passer les grillages.

- Assurez-vous que les évents et les bouches d'aération ne sont pas obstrués par la présence de meubles, de tapis ou de tout autre objet pouvant gêner la circulation de l'air.

- Dans le cas d'un système à circuit ouvert, il est possible que des dépôts minéraux se forment à l'intérieur de l'échangeur de chaleur de la thermopompe. Une inspection régulière et, au besoin, un nettoyage fait par un entrepreneur compétent à l'aide d'une solution acide douce suffit à dissoudre ces dépôts. Le système à circuit fermé exige moins d'entretien à la longue parce qu'il est étanche et sous pression, ce qui élimine la possibilité d'accumulation de dépôts minéraux ou ferreux.

Les contrats d'entretien des pompes géothermiques sont semblables à ceux que l'on offre pour les systèmes de chauffage au mazout et au gaz.

Frais de fonctionnement

Les frais de fonctionnement d'une pompe géothermique sont habituellement largement inférieurs à ceux des autres installations de chauffage, en raison des économies de combustible que permet la pompe. Un installateur compétent devrait être en mesure de vous renseigner sur la quantité d'électricité que consomment les divers modèles de pompes géothermiques.

Toutefois, les économies que vous pouvez faire dépendent du type de système de chauffage que vous avez – à l'électricité, au mazout ou au gaz naturel – et du prix de ces différentes sources d'énergie dans votre région. L'utilisation d'une thermopompe permet de consommer moins de gaz ou de mazout, mais elle fait augmenter la consommation d'électricité. Si vous habitez une région où l'électricité coûte cher, vos frais de fonctionnement peuvent être plus élevés. La période de récupération du coût d'une pompe géothermique peut donc aller jusqu'à une décennie ou plus. Vous trouverez, plus loin dans cette publication, des estimations du coût de fonctionnement des pompes géothermiques.

Durée de service et garanties

La durée utile d'une pompe géothermique varie entre 20 et 25 ans. Elle est supérieure à celle de la thermopompe à air, parce que le compresseur est soumis à des efforts thermiques et mécaniques moindres et qu'il est protégé des intempéries.

La majorité des pompes géothermiques s'assortissent d'une garantie d'une année quant aux pièces et à la main-d'œuvre, et certains fabricants offrent une garantie prolongée. Comme ces garanties varient d'un fabricant à l'autre, il est prudent d'en vérifier attentivement tous les détails.

Comparaison des coûts de chauffage : Thermopompes et systèmes de chauffage électriques

Facteurs influant sur la comparaison des coûts de chauffage

Comme on l'a dit plus tôt, les économies auxquelles vous pouvez vous attendre en utilisant une thermopompe pour chauffer votre maison dépendent d'un certain nombre de facteurs :

- le coût de l'électricité et des autres combustibles dans votre région;
- l'emplacement de votre maison – la rigueur de l'hiver;
- le type et l'efficacité de la thermopompe que vous envisagez d'acheter – selon que son CPSC ou son CP la situe plutôt parmi les appareils les moins efficaces ou les plus efficaces, comme le montrent les figures 4, 9 et 10;
- la façon dont la thermopompe est dimensionnée ou choisie en fonction de la maison – le point d'équilibre au-dessous duquel il faut utiliser un système de chauffage supplémentaire.

Résultats de la comparaison

Le tableau 2 (page 50) montre les frais de chauffage occasionnés par huit modèles de thermopompes et un système de chauffage électrique et un au mazout. On a choisi sept endroits au Canada pour établir les comparaisons. Six de ces endroits sont des villes; le septième est la région rurale du centre de l'Ontario. Dans chacun des endroits retenus, le coût de l'électricité est différent. Les résultats dans d'autres villes de la même région climatique peuvent différer en raison des variations du prix de l'électricité.

Le tableau indique l'échelle à l'intérieur de laquelle devraient se situer les frais d'énergie annuels de chaque système, selon la région. On a tenu compte des variations possibles sur le plan de l'efficacité de l'équipement, de la dimension de la maison et des besoins annuels de chauffage, ainsi que du rapport entre le rendement de la thermopompe et les pertes de chaleur de la maison. Selon le tableau 2, c'est à Vancouver, là où le climat est le plus doux, que les frais de fonctionnement sont les plus bas, et ce, pour tous les systèmes. La région rurale du centre de l'Ontario enregistre les coûts de fonctionnement les plus élevés pour la plupart des systèmes. Dans tous ces cas estimatifs, les thermopompes occasionnent des coûts de chauffage annuels moins élevés que les systèmes de chauffage électriques ou au mazout. Il faut aussi noter que, dans tous les endroits étudiés, les pompes géothermiques à circuit ouvert coûtent moins cher à faire fonctionner que les systèmes à circuit fermé.

Les comparaisons présentées dans le tableau 2 portent seulement sur les frais d'énergie servant au chauffage des locaux. Certaines thermopompes sont équipées d'un désurchauffeur servant au chauffage de l'eau de consommation, ce qui peut réduire les coûts de 25 à 50 p. 100. Cela permettrait de réaliser des économies additionnelles et améliorerait le rendement de l'investissement. En outre, il est possible de récupérer de l'argent et d'économiser de l'énergie avec une thermopompe qui peut répondre aux besoins de refroidissement des locaux.

Tableau 2 :

Comparaison des coûts de chauffage : Thermopompes et systèmes de chauffage classiques

(Fourchette de coûts en $/an)
(La période de récupération simple en années est donnée en italique en dessous de la fourchette des coûts de l'énergie).

Endroit	Système de chauffage avec climatiseur		Thermopompe à air d'appoint ajoutée à un système de chauffage au mazout		Thermopompe à air avec système d'appoint à résistances électriques		Pompe géothermique à circuit ouvert		Pompe géothermique à circuit fermé	
	Électrique AFUE à 100 %	Au mazout AFUE à 78 %	Rendement ordinaire	Rendement élevé	Rendement ordinaire	Rendement élevé	Rendement ordinaire	Rendement élevé	Rendement ordinaire	Rendement élevé
Vancouver	405 $ à 727 $	441 $ à 786 $	139 $ à 258 $ *3,6 à 5,2*	125 $ à 232 $ *4,1 à 6,1*	138 $ à 258 $ *4,0 à 5,9*	125 $ à 232 $ *4,6 à 6,9*	170 $ à 339 $ *14,6 à 17,1*	141 $ à 282 $ *14,2 à 17,0*	197 $ à 394 $ *29,7 à 33,8*	165 $ à 329 $ *26,5 à 31,2*
Calgary	1 128 $ à 1 907 $	930 $ à 1 536 $	634 $ à 1 053 $ *3,5 à 4,8*	597 $ à 985 $ *3,7 à 5,2*	689 $ à 1 137 $ *2,2 à 3,2*	650 $ à 1 063 $ *2,4 à 3,6*	432 $ à 863 $ *4,9 à 5,3*	365 $ à 730 $ *4,9 à 5,3*	488 $ à 975 $ *9,6 à 10,3*	410 $ à 820 $ *8,8 à 9,4*
Winnipeg	1 057 $ à 1 776 $	1 290 $ à 2 128 $	867 $ à 1 402 $ *2,3 à 3,4*	837 $ à 1 346 $ *2,6 à 3,8*	750 $ à 1 225 $ *3,1 à 4,6*	717 $ à 1 162 $ *3,3 à 5,1*	332 $ à 665 $ *4,6 à 5,0*	281 $ à 562 $ *4,7 à 5,2*	375 $ à 751 $ *8,7 à 9,3*	316 $ à 632 $ *8,3 à 9,1*
Région rurale du centre de l'Ontario (North Bay)	1 509 $ à 2 551 $	1 072 $ à 1 764 $	806 $ à 1 341 $ *4,4 à 5,8*	758 $ à 1 251 $ *4,4 à 6,0*	935 $ à 1 531 $ *1,8 à 2,7*	882 $ à 1 430 $ *2,0 à 3,0*	453 $ à 905 $ *3,4 à 3,8*	382 $ à 763 $ *3,5 à 3,9*	515 $ à 1 030 $ *6,4 à 7,0*	432 $ à 864 $ *6,2 à 6,8*
Toronto (Etobicoke)	1 082 $ à 1 854 $	803 $ à 1 338 $	490 $ à 825 $ *3,8 à 5,2*	452 $ à 755 $ *4,0 à 5,7*	529 $ à 873 $ *2,0 à 3,0*	491 $ à 801 $ *2,2 à 3,4*	282 $ à 493 $ *4,3 à 5,2*	235 $ à 411 $ *4,6 à 5,5*	326 $ à 571 $ *8,0 à 9,6*	273 $ à 477 $ *7,9 à 9,6*
Montréal	832 $ à 1 417 $	716 $ à 1 190 $	462 $ à 766 $ *4,3 à 5,9*	433 $ à 712 $ *4,5 à 6,5*	484 $ à 796 $ *2,9 à 4,3*	454 $ à 738 $ *3,2 à 4,9*	314 $ à 627 $ *6,9 à 7,4*	264 $ à 528 $ *6,8 à 7,6*	357 $ à 713 $ *13,5 à 14,1*	299 $ à 599 $ *12,3 à 13,5*
Halifax	1 068 $ à 1 833 $	836 $ à 1 397 $	452 $ à 772 $ *2,7 à 3,7*	414 $ à 701 $ *2,9 à 4,1*	471 $ à 791 $ *1,6 à 2,4*	432 $ à 719 $ *1,8 à 2,7*	280 $ à 490 $ *3,8 à 4,6*	233 $ à 409 $ *4,0 à 4,8*	324 $ à 567 $ *7,0 à 8,5*	271 $ à 474 $ *7,0 à 8,4*

Remarques :

1- Les prix de l'électricité reposent sur les prix en vigueur en novembre 2003 dans le secteur résidentiel, tels qu'ils ont été fournis par les services publics locaux. Les tarifs varient de 5,16 ¢ le kWh (Winnipeg) à 8,67 ¢ le kWh (Toronto).

2- Les prix du mazout sont les prix « types » des fournisseurs locaux en novembre 2003. Les prix varient de 38,9 ¢ le litre (Montréal) à 50 ¢ le litre (Halifax).

3- AFUE : Annual Fuel Utilization Efficiency (efficacité d'utilisation annuelle du combustible – Rendement saisonnier).

4- La période de récupération (donnée en italique) repose sur les économies sur les coûts de chauffage et le coût initial. Le coût initial pour les thermopompes à air est le coût supplémentaire de l'utilisation d'un climatiseur avec la thermopompe. Le coût initial des pompes géothermiques comprend le coût d'installation de l'appareil.

5- Pour déterminer tous les coûts, on a eu recours au logiciel Conseiller en CVC version 2.0, qui a été mis au point par RNCan.

6- Les coûts indiqués s'appliquent uniquement au chauffage des locaux. Les pompes géothermiques sont souvent équipées d'un désurchauffeur qui facilite le chauffage de l'eau. Un désurchauffeur peut réduire les factures annuelles de chauffage de l'eau à l'électricité de 100 $ à 200 $. L'ajout de ces économies à celles réalisées sur le chauffage des locaux a pour effet de raccourcir la période de récupération des frais d'installation d'une pompe géothermique.

7- Les coûts indiqués reposent sur les CPSC des figures 7, 14 et 15 et sur des valeurs d'isolant de RSI-3,5 (R-20) pour les murs, de RSI-5,3 (R-30) pour la toiture, de RSI-0,39 (R-2,2) pour les fenêtres et de RSI-1,8 (R-10) pour le sous-sol.

8- Le coût de l'équipement pour l'analyse de la période de récupération repose sur des données provenant de RSMeans et d'autres sources. Ces coûts ont été ajustés afin de refléter les coûts locaux selon les facteurs d'emplacement fournis par RSMeans.

Augmentation de la puissance d'entrée électrique

D'une façon générale, il n'est pas nécessaire d'augmenter la puissance d'entrée électrique au moment de l'installation d'une thermopompe d'appoint utilisant l'air comme source de chaleur. Il peut cependant être nécessaire de le faire en raison de l'usure de l'installation électrique et de la charge électrique totale de la maison.

L'aménagement d'une thermopompe air-air entièrement électrique ou d'une pompe géothermique exige habituellement une entrée de 200 ampères.

Systèmes de chauffage supplémentaire

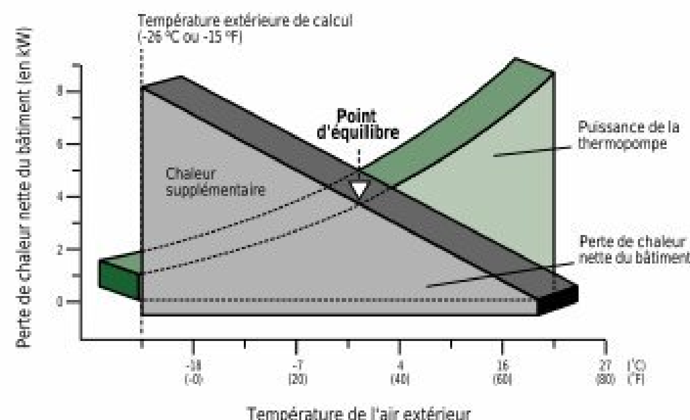
THERMOPOMPES À AIR

La plupart des thermopompes doivent être complétées par une installation de chauffage d'appoint. Les thermopompes à air sont habituellement réglées de façon à s'arrêter lorsqu'elles atteignent leur point d'équilibre thermique ou économique. Elles peuvent aussi nécessiter un surplus de chaleur (aussi appelé chaleur d'appoint ou chaleur auxiliaire) pendant le cycle de dégivrage.

Ce surplus de chaleur peut provenir de n'importe quel genre de système de chauffage dont le fonctionnement peut être commandé par le thermostat de la thermopompe. La plupart des systèmes de chauffage d'appoint sont des systèmes centraux au mazout, au gaz ou à l'électricité, mais bon nombre de pompes géothermiques récemment mises sur le marché comprennent des dispositifs de chauffage des conduites qui fournissent la chaleur auxiliaire nécessaire.

La figure 16 illustre le point d'équilibre thermique d'une thermopompe à air type. À droite de ce point, la thermopompe peut répondre à tous les besoins de chauffage de la maison. À gauche, les pertes de chaleur de la maison sont supérieures à la puissance de la thermopompe et il faut donc avoir recours à une source de chaleur d'appoint en plus de la puissance de la thermopompe.

Figure 16 : Point d'équilibre d'une thermopompe à air typique



La partie ombrée du schéma illustre le double mode de fonctionnement de la thermopompe. Lorsque la température extérieure ne restreint pas le fonctionnement de la thermopompe, celle-ci répond aux besoins de chauffage primaire chaque fois que le thermostat déclenche la production de chaleur (voir la section ci-après sur les thermostats, aux pages 54 et 55). Lorsqu'il y a demande de chaleur secondaire, la thermopompe cesse de fonctionner si elle sert d'appareil d'appoint. Elle continue toutefois à fonctionner si elle est entièrement électrique; dans l'un ou l'autre cas, le système de chauffage supplémentaire fournit la chaleur demandée jusqu'à ce que tous les besoins de chaleur aient été comblés.

Lorsque la température extérieure restreint le fonctionnement de la thermopompe, une sonde de température extérieure arrête la thermopompe dès que la température tombe au-dessous du seuil préétabli. Seul le système de

chauffage supplémentaire fonctionne lorsque la température chute sous ce point. La sonde est habituellement réglée pour arrêter la thermopompe à la température qui correspond au point d'équilibre économique, ou à la température extérieure au-dessous de laquelle il est plus rentable de chauffer au moyen du système d'appoint.

Pompes géothermiques

Le fonctionnement des pompes géothermiques est indépendant de la température extérieure. Le système de chauffage d'appoint ne fournit que la quantité de chaleur requise au-delà de la puissance nominale de la pompe.

Thermostats classiques

La plupart des thermopompes de maison sont munies d'un thermostat intérieur à deux niveaux de chauffage et à un niveau de refroidissement. Le niveau primaire commande le fonctionnement de la thermopompe lorsque la température tombe au-dessous du seuil préétabli. Le niveau secondaire fait démarrer le système de chauffage supplémentaire lorsque la température intérieure continue de descendre au-dessous du degré de température recherché.

Le type le plus courant de thermostat est celui qui exige un réglage unique. Avant de régler le thermostat, l'installateur vous demande à quelle température la thermopompe doit commencer à fonctionner en mode chauffage. Une fois le thermostat réglé, vous n'avez plus à vous en préoccuper : celui-ci assure automatiquement la commutation du mode chauffage au mode refroidissement, et inversement.

On utilise deux types de thermostats extérieurs pour les thermopompes de maison. Le premier régit le fonctionnement du système de chauffage supplémentaire à résistances électriques. Il s'agit du même type de thermostat dont sont pourvus les systèmes de chauffage électriques. Ce thermostat fait démarrer différents radiateurs à mesure que la température extérieure s'abaisse. De la sorte, le système fournit exactement la chaleur d'appoint requise par les conditions extérieures; vous tirez ainsi un rendement maximal de votre installation et vous économisez de l'argent. L'autre type de thermostat interrompt simplement le fonctionnement de la thermopompe à air lorsque la température extérieure chute au-dessous du seuil préétabli.

Il se peut que la réduction de température du thermostat de la thermopompe ne procure pas les mêmes avantages que dans le cas d'un système de chauffage classique. Selon le nombre de degrés dont on abaisse le thermostat et la baisse réelle de température, il peut arriver que la thermopompe ne suffise pas à fournir la chaleur nécessaire pour assurer le réchauffement voulu assez rapidement. Le système de chauffage supplémentaire peut parfois se mettre en marche jusqu'à ce que la thermopompe ait produit assez de chaleur, et réduire ainsi les économies que vous espériez faire en installant une thermopompe.

Thermostats électroniques

La plupart des fabricants de thermopompes et de leurs représentants offrent aujourd'hui des thermostats programmables. Contrairement aux thermostats classiques, ces appareils permettent une réduction des frais d'énergie en abaissant la température pendant la nuit ou lorsque les locaux ne sont pas occupés. Le fonctionnement varie d'un fabricant à l'autre, mais le principe est que le système rétablit la température désirée, sans aucune chaleur d'appoint ou à l'aide d'un apport minimal. Si vous êtes habitué aux baisses de température et à la programmation des thermostats, il peut s'agir d'un investissement profitable. Voici d'autres avantages qu'offrent certains thermostats électroniques :

- Commande programmable qui permet de sélectionner le mode automatique de la thermopompe ou de faire fonctionner seulement le ventilateur, selon l'heure du jour et le jour de la semaine.

- Meilleur contrôle de la température par rapport aux thermostats classiques.
- Un thermostat extérieur est inutile, puisque le thermostat électronique déclenche la production de chaleur d'appoint seulement au besoin.
- Une commande thermostatique extérieure est inutile pour les thermopompes d'appoint.

Dans la plupart des endroits au Canada, il est possible de réaliser des économies de l'ordre de 10 p. 100 en programmant une période de réduction de la température de huit heures par jour. Deux périodes de huit heures par jour peuvent se traduire par des économies de 15 à 20 p. 100.

Réseau de distribution de la chaleur

Les thermopompes doivent être assorties d'un réseau de distribution convenant à un débit de 50 à 60 litres par seconde (L/s) par kW, ou de 400 à 450 pieds cubes par minute (pi^3/min) par tonne de puissance frigorifique. Ce débit est d'environ 20 à 30 p. 100 supérieur à celui qu'exige un système central à air pulsé. Toute diminution du débit d'air diminue le rendement et, si elle est prononcée et prolongée, elle peut causer de graves dommages au compresseur. Les filtres à air doivent être maintenus propres, et le serpentin doit être nettoyé si l'entretien des filtres a été négligé.

Les nouvelles thermopompes doivent être conçues selon des principes reconnus. Dans le cas d'une installation d'appoint ou d'une conversion, il faut examiner soigneusement le réseau de conduites en place pour s'assurer qu'il convient.

Réponses à quelques questions courantes

On me dit que les thermopompes sont très bruyantes. Est-il possible d'en acheter une qui soit assez silencieuse pour ne pas indisposer mes voisins ni me déranger?

Oui. Bien qu'il n'existe aucune norme régissant le niveau de bruit acceptable, le fabricant fournit d'ordinaire ces renseignements dans le livret qui accompagne l'appareil. Le niveau de bruit s'exprime en bels; plus le nombre de bels augmente, plus l'appareil est bruyant. Il est utile de se rappeler en outre que le bruit produit par ce type d'appareil ne doit pas dépasser les niveaux prescrits par les règlements municipaux. En prenant soin de l'installation, on en réduira aussi le niveau de bruit, tant pour son propriétaire que pour les voisins.

Comment trouver un bon entrepreneur de qui acheter une thermopompe?

Le choix d'un entrepreneur sérieux joue un rôle de premier plan lorsque vous décidez d'acheter ou de modifier votre système de chauffage. Les conseils suivants vous aideront à faire un bon choix.

- Assurez-vous que l'entrepreneur a la compétence voulue pour installer et entretenir le matériel.
- L'entrepreneur doit calculer les charges de chauffage et de refroidissement de votre maison. Il doit également être en mesure de vous fournir les explications nécessaires à ce sujet.
- L'entrepreneur doit veiller à ce que le réseau de conduites puisse assurer un débit d'air suffisant et bien distribuer l'air dans toutes les parties de la maison. Lorsque la thermopompe doit servir de système d'appoint, l'entrepreneur doit examiner les conduites en place afin de vérifier si elles conviennent; il se peut que la thermopompe exige un débit d'air supérieur à celui pour lequel le réseau a été conçu.
- Dans les cas où la thermopompe sert d'appareil d'appoint, l'entrepreneur doit aussi s'assurer que le système de chauffage central, les commandes et la cheminée sont en bon état.
- L'entrepreneur doit voir à ce que l'installation électrique soit assez puissante pour supporter l'augmentation de charge occasionnée par la thermopompe.

- L'entrepreneur doit être disposé à vous fournir toute l'information pertinente sur l'appareil, son fonctionnement et les garanties dont il fait l'objet. Il devrait également vous offrir un contrat d'entretien et être disposé à garantir le travail d'installation.

De plus, prenez les précautions usuelles au moment de choisir un entrepreneur : consultez parents et amis afin d'obtenir des références, demandez à au moins deux entreprises d'établir des soumissions fermes par écrit; vérifiez auprès de clients de ces entrepreneurs s'ils sont satisfaits du matériel, de l'installation et du service qu'ils ont reçus; enfin, adressez-vous au Bureau d'éthique commerciale pour savoir s'il y a des demandes de règlement mettant en cause l'entrepreneur avec lequel vous envisagez de faire affaire. Si vous avez arrêté votre choix sur une marque d'appareil en particulier, le fabricant peut recommander un entrepreneur de votre région.

On m'a dit qu'étant donné les rigueurs de l'hiver canadien, on peut avoir des ennuis avec le compresseur s'il est installé dehors. Cela a-t-il des conséquences pour le rendement et la durabilité de la thermopompe?

Des études ont démontré que les thermopompes à air durent moins longtemps dans les régions septentrionales que dans les régions méridionales. Le climat influe sur la durée de fonctionnement de l'appareil. Au Canada, le mode de fonctionnement principal est le cycle de chauffage. Ce cycle est particulièrement dur pour la thermopompe. Toutefois, ces mêmes études indiquent que la compétence de l'installateur et la régularité de l'entretien peuvent avoir un effet tout aussi important, sinon plus grand, sur la durée utile de l'appareil.

Par ailleurs, d'autres études ont montré que, dans la plupart des cas, le compresseur ne doit être changé qu'une seule fois pendant toute la durée utile de l'installation.

L'utilisation des thermopompes est-elle régie par des règlements municipaux?

Certaines municipalités ont établi des règlements précisant la distance minimale devant séparer la thermopompe de la limite du terrain et exigeant que le bruit que produit l'appareil soit inférieur à 45 décibels (niveau de conversation ordinaire). Vérifiez auprès des autorités de votre municipalité afin de savoir si vous devez vous conformer à des règlements de ce genre ou s'il existe d'autres exigences auxquelles vous devez satisfaire.

Votre service public d'électricité peut vous fournir des conseils techniques ainsi que des publications sur les thermopompes.

Pour obtenir de plus amples renseignements sur les pompes géothermiques, vous pouvez vous procurer un exemplaire de la publication intitulée *Les systèmes géothermiques résidentiels : Guide de l'acheteur*, publiée par la Division de l'énergie renouvelable et électrique de Ressources naturelles Canada, à l'adresse **www.rescer.gc.ca/prod_serv/index_f.asp?CaId=163&PgId=922.**

Vous pouvez aussi communiquer avec l'organisation suivante pour les renseignements sur les pompes géothermiques :

Société canadienne de l'énergie du sol
124, rue O'Connor, bureau 504
Ottawa (Ontario) K1P 5M9
Téléphone : (613) 371-3372
Télécopieur : (613) 822-4987

POUR DE PLUS AMPLES RENSEIGNEMENTS

Relevez le Défi d'une tonne

Il s'agit d'une initiative nationale visant à agir contre les changements climatiques. Le Défi d'une tonne nous interpelle tous afin que chacun d'entre nous réduise ses émissions annuelles de gaz à effet de serre d'une tonne, ce qui représente une diminution d'environ 20 p. 100. En utilisant l'énergie plus efficacement et en produisant moins de déchets, vous pouvez protéger l'environnement, améliorer la qualité de l'air et réduire vos coûts d'énergie. Vous pouvez réduire vos émissions d'une tonne en apportant un seul grand changement ou en effectuant plusieurs petites modifications simples. La publication *Votre guide du Défi d'une tonne* vous offre de nombreux conseils utiles à ce sujet. Vous pouvez vous procurer un exemplaire du guide en consultant le site **www.changementsclimatiques.gc.ca** ou en composant le 1 800 O-Canada (1 800 622-6232) ou le 1 800 465-7735 (appareil de télécommunication pour malentendants).

Commandez les publications gratuites de l'OEE

L'Office de l'efficacité énergétique (OEE) de Ressources naturelles Canada offre de nombreuses publications qui vous aideront à mieux comprendre les systèmes de chauffage résidentiels, la consommation d'énergie à la maison, ainsi que l'efficacité énergétique sur la route. Ces publications vous indiquent les mesures que vous pouvez prendre pour réduire votre facture énergétique et vos coûts d'entretien tout en augmentant votre confort et en protégeant l'environnement.

ÉnerGuide pour la rénovation de votre maison

Le guide *Emprisonnons la chaleur* traite de tous les aspects de l'isolation thermique d'une maison et des mesures visant à la rendre plus étanche. Que vous songiez à faire ce travail vous-même ou à le confier à un entrepreneur, cette publication de 134 pages peut vous faciliter la tâche. Des fiches sont aussi disponibles sur la réduction des fuites d'air, l'amélioration de l'efficacité énergétique des fenêtres et les problèmes d'humidité. Avant d'entreprendre vos travaux, envisagez de procéder à une évaluation ÉnerGuide pour les maisons afin d'obtenir l'avis d'un expert impartial. Nos téléphonistes peuvent vous mettre en contact avec un conseiller de votre région.

ÉnerGuide pour la climatisation et le chauffage résidentiel

Si vous avez besoin de renseignements sur une source d'énergie en particulier, l'OEE offre des publications sur le chauffage à l'électricité, au gaz, au mazout, au bois ou à l'aide d'une thermopompe. D'autres publications sur les ventilateurs-récupérateurs de chaleur, les foyers au bois, les foyers à gaz, la climatisation des maisons et la comparaison des coûts de chauffage sont aussi disponibles.

ÉnerGuide pour le choix des produits les plus éconergétiques

Les guides du consommateur de l'OEE peuvent vous aider à prendre des décisions judicieuses en matière d'efficacité énergétique quant à l'achat de matériel de bureau, d'appareils ménagers, de produits d'éclairage, ou de portes et de fenêtres.

L'étiquette ÉnerGuide, qui est apposée sur tous les nouveaux modèles de gros appareils électroménagers et de climatiseurs individuels, vous aide à choisir les modèles les plus éconergétiques. Les répertoires annuels de l'OEE énumèrent les cotes ÉnerGuide des gros appareils ménagers et des climatiseurs individuels.

La maison idéale

Les maisons R-2000 sont les mieux construites et les plus confortables au Canada. En outre, elles consomment jusqu'à 50 p. 100 moins d'énergie que les maisons ordinaires. Un système perfectionné de chauffage, une isolation supérieure et un système de ventilation qui distribue l'air frais dans toutes les pièces de la maison sont au nombre de leurs principales caractéristiques. Des vérifications de la qualité sont effectuées tout au long des travaux de construction afin d'assurer qu'à la fin des travaux les maisons R-2000 respectent les exigences établies en matière d'efficacité énergétique.

Achat, conduite et entretien de votre véhicule

Pour obtenir de l'information sur la consommation de carburant d'un véhicule, consultez l'étiquette ÉnerGuide qui est apposée sur tous les nouveaux modèles de véhicule, fourgonnette et camion léger vendus au Canada. L'étiquette vous aide à comparer les différentes cotes de consommation des véhicules pour la conduite en ville et sur la grande route ainsi que les coûts de carburant annuels estimatifs. Vous pouvez également consulter le *Guide de consommation de carburant*, publié annuellement, qui fournit cette même information pour tous les types de véhicules. En outre, un prix ÉnerGuide est décerné aux véhicules ayant la plus faible consommation de carburant dans différentes catégories.

Le *Calculateur des économies au volant* de l'OEE vous aide à déterminer la consommation de carburant et les économies. *Le guide du Bon $ens au volant* de l'OEE fournit de l'information détaillée sur l'efficacité énergétique et offre des conseils sur l'achat, la conduite et l'entretien des véhicules.

POUR RECEVOIR GRATUITEMENT CES PUBLICATIONS, VEUILLEZ ÉCRIRE OU TÉLÉPHONER À :

Publications Éconergie
Office de l'efficacité énergétique
Ressources naturelles Canada
a/s S.N.S.J.
1770, chemin Pink
Gatineau (Québec) J9J 3N7
Télécopieur : (819) 779-2833
Téléphone : 1 800 387-2000 (sans frais)
Dans la région de la capitale nationale, composez le 995-2943.
ATME : (613) 996-4397 (appareil de télécommunication pour malentendants)

Prévoyez trois semaines pour la livraison.

Pour commander ou consulter certaines de ces publications en ligne, visitez la Bibliothèque virtuelle de Publications Éconergie de l'OEE, à l'adresse oee.rncan.gc.ca/infosource.

Notes

Notes

Notes

Le Défi d'une tonne demande aux Canadiens de réduire leurs émissions annuelles de gaz à effet de serre de 20 p. 100 ou environ une tonne.



www.changementsclimatiques.gc.ca

L'Office de l'efficacité énergétique de Ressources naturelles Canada

Engager les Canadiens sur la voie de l'efficacité énergétique à la maison, au travail et sur la route

Canada